NOV 21 1898

Die

# psychischen Wirkungen

des

# Trionals.

---

**Inaugural-Dissertation**

zur Erlangung der medicinischen Doctorwürde
der hohen medicinischen Facultät der Ruprecht-Karls-Universität
zu Heidelberg

eingereicht

von

**Hans Haenel**
approbirtem Arzt aus Dresden.

Mit einer Figur im Text.

Referent: Professor Emil Kraepelin.

---

**Leipzig**
Wilhelm Engelmann
1897.

(Sonderabdruck aus: Kraepelin, Psychologische Arbeiten. II. Bd. 2. Heft.)

Dem Andenken meines Vaters

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153506_0050

Die Untersuchung der psychischen Wirkungen des Trionals mit Hilfe einiger Methoden der experimentellen Psychologie ist der Gegenstand dieser Arbeit. Auf die Wichtigkeit der Untersuchung von psychischen Arzneimittelwirkungen ist von Kraepelin und anderen mehrfach hingewiesen worden. Sind doch derartige Forschungen neben dem Studium der Ermüdung, Uebung, Erschöpfung und der Individualpsychologie besonders dazu angethan, uns ein näheres Verständniss der Geisteskrankheiten zu erschließen, deren Aetiologie und Diagnostik bisher noch nicht über ähnlich genaue Hilfsmittel verfügt wie die übrigen Zweige der Medicin. Die durch den Versuch gebotene Möglichkeit, psychische Veränderungen genauer zu zergliedern, hat schon bei einer Reihe von Stoffen mit anscheinend ganz ähnlicher Wirkung feinere Verschiedenheiten dieser letzteren aufgedeckt. Alkohol, Morphium, Chloralhydrat, Paraldehyd, die sämmtlich als Schlaf- und Beruhigungsmittel in Anwendung gezogen zu werden pflegen, zeigen im psychologischen Versuche ein wesentlich verschiedenes Verhalten. Namentlich aber haben uns die überraschenden Ergebnisse der Arbeit Loewald's über das Brom [1]) von neuem die große Mannigfaltigkeit der psychischen Arzneiwirkungen auf diesem Gebiete dargethan. Es erschien daher wünschenswerth, die Untersuchungen noch auf andere Schlafmittel auszudehnen. Zwei Stoffe kamen hier vor

1) Psycholog. Arbeiten. Bd. I. S. 489.

allem in Betracht, das Hyoscin mit seiner bekannten kräftigen Wirkung auf motorische Erregungszustände, und das Trional, das als sicheres und angenehm wirkendes Schlafmittel in der Praxis weite Verbreitung gefunden hat. Wir entschieden uns für letzteres und geben im folgenden die Ergebnisse unserer Versuche.

## I. Methodik.

Die Versuche fallen in den Winter 1895/96 und den Sommer 1896; sie wurden zum größten Theile am Verfasser selbst angestellt. Der Nachtheil, den dieser letztere Umstand mit sich bringt, besonders in Bezug auf die Berechtigung, allgemein gültige Schlussfolgerungen zu ziehen, kann durch folgende Umstände wohl als aufgewogen betrachtet werden: Erstens wurden die Versuche lange Zeit fortgesetzt und jede Methode so lange ausgeübt, bis wir über eine genügende Anzahl von Einzelversuchen verfügten; wir hatten dann ein Recht zu der Annahme, dass die erhaltenen Durchschnittswerthe durch Zufälligkeiten nicht mehr maßgebend beeinflusst seien. Zweitens erhielt die Versuchsperson zu gleicher Zeit über ihre persönlichen Eigenthümlichkeiten, soweit sie hier in Betracht kamen, genauen Aufschluss, sodass also jede gröbere Abweichung von dem gewöhnlichen Verhalten mit großer Wahrscheinlichkeit auf arzneiliche Beeinflussung zurückzuführen war. Als dritter wichtiger Punkt kommt hinzu, dass alle andern Einflüsse vermieden wurden, die auf Grund früherer Versuchsergebnisse, persönlicher Erfahrungen oder auch landläufiger Vorstellungen eine Einwirkung auf den psychischen Gleichgewichtszustand auszuüben im Stande sein konnten. Ich richtete also meine Lebensführung ganz so ein, wie sie von früheren Untersuchern für nothwendig erkannt und durchgeführt worden war. Die Resultate der Bettmann'schen Arbeit[1]) wurden in der Weise berücksichtigt, dass größere Spaziergänge, Turnen, Bergbesteigungen u. a. an den Versuchstagen vermieden wurden. Enthaltung von Alkohol, Kaffee, Thee, Nikotin etc. war selbstverständlich. Die Versuche wurden Abends meist gegen 8 Uhr begonnen, nachdem kurz vorher regelmäßig das Abendbrot genommen worden war. Für jeden Abend wurden

1) Psycholog. Arbeiten. Bd. I. S. 152 ff.

subjective Beobachtungen oder besondere Versuchsbedingungen im Protocoll verzeichnet.

Die Trionalwirkung wurde untersucht nach den von Kraepelin beschriebenen und in seinem Laboratorium oft geübten Methoden der continuirlichen und discontinuirlichen Arbeit. Als erstere diente das Addiren 1stelliger Zahlen, das Auswendiglernen 12stelliger Zahlenreihen und das Niederschreiben von Associationen nach der fortlaufenden Methode. Auch eine Reihe von Ergographenversuchen und 4 Schreibversuche können hierher gezählt werden. Von der zweiten Art wurden Wahlreactionen und Associationsreactionen genauer untersucht, dazu eine Reihe von Leseversuchen am Kymographion und Auffassungsversuche besonderer Art angestellt. Bei den Wahlreactionen wurde der Reiz (*o* oder *e*) theils mit dem bekannten Lippenschlüssel gegeben, theils mit dem Römer'schen optischen Reizapparat[1]). Bei den Associationsreactionen bediente sich der Registrirende ebenfalls des Lippenschlüssels; die Versuchsperson wandte den Römerschen Schallschlüssel[2]) an. Bei einem Theile der Wahlreactionen hatte Herr Dr. Weygandt, bei den übrigen Reactionen Herr Dr. Aschaffenburg die Liebenswürdigkeit, die Arbeit des Registrirens zu übernehmen.

Die Versuchsanordnung war nach der Art der Aufgabe eine ziemlich einfache. Es wurden im allgemeinen Gruppen von je 4 Versuchstagen gebildet, von denen der 1. und 3. Normaltage waren. Am 2. und 4. wurde zur Prüfung der jeweiligen Disposition eine Viertelstunde ohne Trional gearbeitet, darauf das Mittel eingenommen sammt $^1/_2$—$^3/_4$ l Wasser — je nach der Dosis —, um eine möglichst rasche Lösung und Resorption herbeizuführen, und nun die Arbeit noch 1—4 Stunden lang fortgesetzt. Von dieser Gruppirung wurde nur ein paarmal bei den Associationsreactionen abgewichen, indem 1 Normaltag zwischen 2 Trionaltage eingeschoben wurde.

Die Berechnung der Resultate geschah nach den in früheren Arbeiten ausgebildeten Methoden, bei den continuirlichen Arbeiten mit möglichst genauer Berücksichtigung von Uebungszuwachs, Uebungsverlust, Ermüdung u. s. w., bei den Reactionen nach der Methode der »Stellungsmittel«.

---

1) Psycholog. Arbeiten. Bd. I. S. 565 ff. 2) a. a. O.

## II. Addir-Versuche.

Die Ausführung der Versuche geschah nach dem älteren von Oehrn[1]) geprüften Verfahren. Von Loewald angestellte Versuche hatten ergeben, dass, wenn man auch nur die Einer jeder Summe neben die Zahlen schreibt, doch die Ermüdung der Hand bei länger fortgesetzter Arbeit unter Umständen eine Verlängerung der gemessenen Zeiten bewirken kann. Die Rivers'sche Arbeit lag bei der Ausführung der Vesuche noch nicht vor, so dass wir von der Wichtigkeit der qualitativen Sonderung der Fehler noch nichts wussten, wie sie dort[2]) auseinandergesetzt ist. Da es uns außerdem hauptsächlich auf die Beobachtung der Größe der Leistung ankam, verzichteten wir auf eine Prüfung der Richtigkeit unserer Additionen und beschränkten uns auf das alte Oehrn'sche Verfahren. Die folgende Tabelle giebt die Anzahl der in je 5 Minuten addirten Zahlen wieder.

Tabelle I.

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13. XI. *N* | 174 | 188 | 233 | 199 | 213 | 204 | 183 | 211 | 194 | 224 | 196 | 194 | 200 | 222 | 190 |
| 14. XI. *T* 0,5 | 247 | 231 | 210 | *197 | 220 | 219 | 215 | 179 | 207 | 198 | 202 | 207 | 230 | 209 | 211 |
| 15. XI. *N* | 263 | 245 | 254 | 248 | 264 | 243 | 286 | 267 | 272 | 255 | 268 | 255 | 237 | 229 | 233 |
| 16. XI. *T* 0,5 | 267 | 279 | 278 | *187 | 244 | 231 | 233 | 247 | 246 | 245 | 237 | 236 | 239 | 231 | 211 |
| 18. XI. *N* | 249 | 267 | 284 | 297 | 287 | 306 | 285 | 282 | 287 | 295 | 278 | 263 | 278 | 260 | 247 |
| 19. XI. *T* 1,0 | 276 | 319 | 297 | *227 | 288 | 286 | 267 | 269 | 273 | 269 | 274 | 248 | 266 | 260 | 267 |
| 20. XI. *N* | 285 | 336 | 302 | 315 | 324 | 321 | 311 | 331 | 320 | 332 | 324 | 299 | 281 | 259 | 274 |
| 21. XI. *T* 1,0 | 339 | 342 | 361 | *268 | 310 | 330 | 304 | 306 | 279 | 297 | 292 | 307 | 279 | 278 | 260 |

Ehe wir auf die Trionalwirkung eingehen, wollen wir einige allgemeine Verhältnisse betrachten, die aus dieser Tabelle ersehen werden können. Vor allem erkennen wir den starken Einfluss der Uebung:

1) Psycholog. Arbeiten. Bd. I. S. 95 ff.

2) Psycholog. Arbeiten. Bd. I. S. 655 ff.

die Leistung der ersten 5 Minuten des letzten Tages beträgt fast das Doppelte der Anfangsleistung. Die Zunahme der Leistung in den 1. Viertelstunden ist eine constante, mit Ausnahme des 18. XI.; diese Ausnahme ist dadurch zu erklären, dass durch die Pause des vorhergehenden Sonntags ein Theil der Uebungswirkung verloren gegangen war, ein Verlust, dessen Größe wir später noch genauer berechnen werden. Die Zahlen der ersten Viertelstunden zeigen ferner, dass bei der Versuchsperson die Anregung für die Gestaltung der Leistungsgröße eine ziemlich bedeutende Rolle spielt. Mit Ausnahme des 14. und 15. XI. steigen die Zahlen an den *N*-Tagen rasch in die Höhe, verweilen eine Zeit lang auf diesem Punkte oder lassen selbst eine geringe Abnahme erkennen, um nach einem zweiten Anstieg wieder mehr oder weniger rasch abzufallen. Unschwer lässt sich in diesem Verlaufe der Einfluss von Anregung, Uebung und Ermüdung erkennen. Dass wir es bei der Zunahme in der ersten Viertelstunde nicht schon mit einer Uebungswirkung zu thun haben, wird auch deutlich aus der Betrachtung der Trional-Tage, an denen nach der ersten Viertelstunde eine Pause von etwa 2 Minuten folgte, die durch das Einnehmen des Mittels bedingt wurde. Der außerordentlich starke Verlust in den darauf folgenden 5 Minuten (durchschnittlich 69 Zahlen), der von dem Trional allein unmöglich schon verursacht sein kann, beweist, dass meine Anregbarkeit zwar ziemlich bedeutend ist, aber auch schnell wieder verloren geht. Der von Amberg[1]) gefundene Satz, dass kurze Arbeitspausen wesentlich nur Erholungswirkungen ausüben, kann also hier nicht aufrecht erhalten werden; die Pause von 2 Minuten war zu kurz, um stärker als Erholung wirken zu können, und doch lang genug, um die bei mir offenbar besonders flüchtige Anregung zum Verschwinden zu bringen.

Vom Antrieb[2]) ist in dieser Tabelle nur wenig zu bemerken. Nur am 14. und 15. XI. sind die ersten Leistungen des Tages höher als die nächstfolgenden, was auf ein stärkeres Eingreifen des Willens zu Beginn der Arbeit deutet. Den Schlussantrieb finden wir etwas häufiger: an 4 Tagen zeigen die letzten 5 Minuten ein Ansteigen gegenüber den vorletzten. Die in dem citirten Aufsatz ausgesprochene

1) Psycholog. Arbeiten. Bd. I. S. 374.
2) Psycholog. Arbeiten. Bd. I. S. 634 ff.

Vermuthung, dass Anregung und Antrieb möglicher Weise in einer gewissen Beziehung zu einander stehen, würde hier insofern zutreffen, als bei mir die in hohem Maße wirksame Anregung eine Ausbildung des Antriebes gewissermaßen überflüssig gemacht hat.

Zur Betrachtung der Trionalwirkung fassen wir am besten je 3 Fünfminutenwerthe zu einem Viertelstundenwerthe zusammen, wodurch sich die Tabelle übersichtlicher gestaltet.

Tabelle II.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 13. XI. *N* | 595 | 616 | 588 | 614 | 612 |
| 14. XI. *T* 0,5 | 688 | *636 | 601 | 607 | 650 |
| 15. XI. *N* | 762 | 755 | 725 | 778 | 699 |
| 16. XI. *T* 0,5 | 824 | *672 | 726 | 718 | 681 |
| 18. XI. *N* | 800 | 890 | 854 | 836 | 785 |
| 19. XI. *T* 1,0 | 892 | *801 | 809 | 791 | 793 |
| 20. XI. *N* | 923 | 960 | 962 | 955 | 814 |
| 21. XI. *T* 1,0 | 1042 | *908 | 959 | 896 | 817 |

Im folgenden sollen die Trionaltage kurz als: *T*-Tage, die Normaltage und -Viertelstunden als *N*-Tage geführt werden. Das Sternchen * in den Tabellen bedeutet überall den Zeitpunkt, an dem das Mittel eingenommen wurde. An den Trional-Tagen fällt vor allen Dingen der starke Abfall in der 2. Viertelstunde auf. Dass dazu der Verlust der Anregung beiträgt, haben wir oben schon gesehen; doch zeigen die Leistungen der folgenden beiden 5 Minuten in Tab. I, dass die Leistung der ganzen 2. Viertelstunde an den *T*-Tagen nicht allein durch den Anregungsverlust beeinflusst sein kann. Wäre dieser allein wirksam, so wäre nicht einzusehen, weshalb nach Verlauf von 3×5 Minuten die Leistung unter dem Einflusse von Anregung und Uebung nicht wenigstens die Höhe der vorhergehenden *N*-5 Minuten erreichen sollte, zumal da ein Antrieb nur am 1. *T*-Tage wirksam war. Die 6. Fünfminuten müssten sogar die 1., 2. und 3. noch übertreffen, da ihnen eine 25 Minuten lange Uebung zu gute kommt, die

den letzteren fehlt. Wenn trotzdem die 2. Viertelstunde so tief unter der 1. steht, so ist dies ein Beweis, dass schon in der 1. Viertelstunde nach dem Einnehmen das Mittel wirkt; die niedrige Leistung der 2. Viertelstunde ist durch eine Summirung zweier Einflüsse, des Anregungsverlustes und des Trionals, zu Stande gekommen. Wieviel von diesem Leistungsverlust auf jeden der beiden Einflüsse zu beziehen ist, lässt sich genau nicht bestimmen; doch sprechen andere Erfahrungen dafür, dass dem Trional wohl der kleinere Antheil dabei zukommt. Beim Alkohol war die Wirkung allerdings schon in den 1. Fünfminuten offenbar; indessen ist zu bedenken, dass dieser flüssig, Trional dagegen ein ziemlich schwer lösliches Medicament ist, das trotz der ziemlich reichlichen Wassermenge, die wir hinzufügten, in der 1. Viertelstunde schwerlich schon vollständig resorbirt wurde. Am deutlichsten wäre das Bild freilich, wenn wir auch an den *N*-Tagen nach der 1. Viertelstunde eine Pause von 2 Minuten eingeschoben hätten; man hätte dann deren reinen Einfluss ohne weiteres ablesen können. Wir haben darin wieder eine Mahnung, dass man nicht sorgfältig genug darauf achten kann, die Versuchsbedingungen an den zu vergleichenden Tagen so genau wie möglich einander gleich zu machen.

Wenn der Einfluss des Trionals in der 1. Viertelstunde auch nicht zweifelhaft erscheinen konnte, so ist er doch deutlicher in den folgenden Zeitabschnitten. Sowohl der Vergleich mit der *N*-Viertelstunde wie mit dem vorhergehenden *N*-Tage zeigt eine Herabsetzung der Leistung an den *T*-Tagen. Zur genaueren Bestimmung derselben sind von Amberg, Kraepelin und Rivers[1]) Methoden angegeben worden, die alle willkürlichen Annahmen möglichst ausschließen sollen. Dieselben sind in etwas modificirter Weise auch für unsere Zahlenreihen anwendbar. Unser Ziel ist es, einen zahlenmäßigen Ausdruck dafür zu bekommen, wie jeder *T*-Tag sich gestaltet hätte, wenn kein Medicament eingewirkt hätte. Die Differenz zwischen diesem erwarteten und dem erhaltenen Werthe zeigt dann die Wirkung des Trionals an. Um den Gang der Arbeit im einzelnen besser verfolgen zu können, wurde jede Arbeitsstunde in Viertelstunden getheilt und für diese die Rechnung jedesmal gesondert ausgeführt. In einem

1) Psycholog. Arbeiten. Bd. I. S. 306, 426, 643 ff.

Punkte weicht nun unsere Versuchsanordnung von früheren ab. Da nach dem 4. Tage ein Sonntag lag, an dem pausirt wurde, darf man den 5.—8. Tag mit den ersten vier nicht ohne weiteres vergleichen. Der tägliche Uebungszuwachs, den wir aus den Normaltagen und den 1. Viertelstunden berechnen können, ist nämlich, wie schon an anderer Stelle[1]) auseinandergesetzt worden ist, kein einfacher Werth, sondern stets sind in demselben Ermüdungswirkungen und Uebungsverlust enthalten. Beide Ursachen wirken in dem Sinne, dass sie den reinen Uebungszuwachs herabsetzen; insbesondere der Uebungsverlust wird um so größer sein, je länger die Pause zwischen zwei Versuchen ist. Der relative tägliche Uebungszuwachs würde also unverhältnissmäßig stark herabgedrückt werden, wenn wir die Pause eines ganzen Tages vernachlässigen wollten. Daraus folgt die Nothwendigkeit, die I. und II. Versuchshälfte gesondert zu berechnen. Da unsere ganze Reihe nun aus nur 8 Tagen besteht, ergiebt sich allerdings der etwas bedenkliche Umstand, dass wir für jede Hälfte nur jedesmal 2 *N*-Werthe zur Verfügung haben; der wahrscheinliche Fehler, der dadurch bedingt wird, ist indessen jedenfalls geringer und eher in Kauf zu nehmen, als der sichere, der mit einer gleichmäßigen Berücksichtigung beider Versuchshälften verbunden wäre.

Die von Amberg angegebene Berechnungsmethode, die sich bei nur 2 Werthen auf eine einfache Subtraction beschränkt, auf unsere Werthe angewandt, ergiebt folgende Tabelle:

Tabelle III.

| | I. Hälfte | II. Hälfte |
|---|---|---|
| Uebungszuwachs zw. den 2. Viertelstunden je zweier *N*-Tage | 139 | 70 |
| » 3. » » » » | 137 | 108 |
| » 4 » » » | 164 | 119 |
| » 5 » » | 87 | 29 |

Der niedrigere Werth der 5. Viertelstunde ist natürlich durch die am Schluss jedes Arbeitstages sich geltend machende Ermüdung

1) Psycholog. Arbeiten. Bd. I. S. 642 f.

bedingt. Dass die Zahlen der II. Hälfte durchgängig niedriger sind, als die der I., hängt wohl mit der Thatsache zusammen, dass der Uebungswerth zu Anfang einer Versuchsreihe jedesmal größer ist, als gegen Ende, wo wir uns der Höhe der Uebungsfähigkeit allmählich nähern.

In Tab. III haben wir also ein Mittel, uns Werthe für die Trionaltage zu berechnen. Wir können aus dem Werth für die I. und II. Versuchshälfte ein Mittel bilden und haben darin den 2tägigen Uebungsfortschritt für die 2., 3., 4. und 5. Viertelstunde. Der 1-tägige Uebungsfortschritt ist = der Hälfte des 2-tägigen, und da jede *T*-Viertelstunde genau 1 Tag von der vorhergehenden gleichwerthigen *N*-Viertelstunde entfernt ist, so ergiebt der 1-tägige Uebungsfortschritt, zu einer *N*-Viertelstunde addirt, den erwarteten Werth für die entsprechende *T*-Viertelstunde. In Tab. IV ist diese Rechnung ausgeführt.

Tabelle IV.

| | 14. XI. 0,5 | | | 16. XI. 0,5 | | | 19. XI. 1,0 | | | 21. XI. 1,0 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | erw. | erh. | Diff. | erw. | erh. | Diff. | erw. | erh. | Diff. | erw. | erh. | Diff. |
| 2.Viertelst. | 668 | 636 | —32 | 802 | 672 | —130 | 942 | 801 | —141 | 1012 | 908 | —104 |
| 3. - | 624 | 601 | —23 | 761 | 726 | —35 | 890 | 809 | —81 | 998 | 959 | —39 |
| 4. - | 685 | 607 | —78 | 849 | 718 | —131 | 907 | 791 | —116 | 1026 | 896 | —230 |
| 5. - | 651 | 650 | —1 | 728 | 681 | —47 | 814 | 793 | —21 | 843 | 817 | —26 |

Wir überblicken hier die Verhältnisse außerordentlich klar, und die regelmäßige Wiederkehr von Ab- und Zunahme ist uns eine Gewähr dafür, dass wir es hier thatsächlich mit einer Gesetzmäßigkeit zu thun haben. Dass der starke Verlust der 2. Viertelstunde überall nicht allein Trional-Wirkung ist, haben wir schon oben dargelegt; hier sehen wir nun weiter, dass die Wirkung in der 3. Viertelstunde deutlich wird, in der 4. ihr nicht unbeträchtliches Maximum erreicht, um in der 5. allmählich nachzulassen. Die letztere Thatsache steht einigermaßen in Widerspruch mit andern, späteren Ergebnissen, indem z. B. bei Wahlreactionen die Wirkung der 1,0 gr-Dosis sich

durch fast vier Stunden in steigender Weise verfolgen ließ; doch ist hier die Abnahme der Wirkung am Ende der 1. Stunde durch die Rechnung unzweifelhaft festgestellt und muss vorläufig als Thatsache hingenommen werden. Ferner ist in Tab. IV der Unterschied zwischen der größeren und kleineren Gabe deutlich: addirt man die Differenzen aller Viertelstunden eines Tages, so stellt sich heraus, dass die Gabe von 0,5 gr am ganzen Tage einen Verlust von 134 und 343 Zahlen verursacht hat, diejenige von 1,0 gr einen solchen von 359 und 399 Zahlen.

Ein anderer Weg, um zu einem Ausdruck der Trionalwirkung zu gelangen, ist durch die Betrachtung der N-Viertelstunden gegeben. Wir können aus ihnen einen täglichen Uebungszuwachs berechnen, der frei ist von Ermüdungseinflüssen und nur noch den täglichen Uebungsverlust enthält. Auch hierbei müssen wir aus den oben erörterten Gründen zunächst eine Trennung der beiden Versuchshälften vornehmen. Es trägt vielleicht zum besseren Verständniss bei, wenn wir bei dieser Gelegenheit hier einmal die ganze Berechnung ausführen.

| Leistungen d. 1. N-Viertelst. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 595 | 93 | 167 | 229 : 3 | (= Zunahme vom 1. zum 2., 3., 4. Tage | |
| 688 | 74 | 136 | | (= » » 2. » 3., 4. Tage) | |
| 762 | 62 | | | (= » » 3 » 4. Tage | |
| 824 | 229 : 3 | 303 : 2 . 2 | | | |
| | 76,3 | 75,1 | 76,3 | 227,7 : 3 | 75,9 = durchschnittl.tägl.Uebungszuwachs der ersten 4 Tage. |
| | tägl. Uebungszuwüchse | | | | |

| Leistungen d. 1. N-Viertelst. | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 800 | 92 | 123 | 242 : 3 | |
| 892 | 31 | 250 | | |
| 923 | 119 | | | |
| 1042 | 242 : 3 | 273 : 2 . 2 | | |
| | 80,7 | 68,2 | 80,7 | 229,6 : 3 = 76,5 = durchschnittl.tägl.Uebungszuwachs der letzten 4 Tage. |
| | tägl. Uebungszuwüchse | | | |

Mittel von 75,9 und 76,5 = 76,2 . : 5 = 15,2 = viertelstündiger Uebungszuwachs.

Aus diesem Durchschnittswerthe kann man sich nun Normalwerthe für die ersten Viertelstunden berechnen und diese mit denen der Tab. II vergleichen; auf diese Weise erhalten wir für die 1. Viertelstunden eine eben solche Tabelle wie für die 2.—4. Viertelstunden in Tab. IV.

Tabelle V.

| | 13. XI. *N* | 14. XI. *T* 0,5 | 15. XI. *N* | 16. XI. *T* 0,5 | 18. XI. *N* | 19. XI. *T* 1,0 | 20. XI. *N* | 21. XI. *T* 1,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| erwartet | | 671 | 764 | 838 | 900 | 876 | 968 | 999 |
| erhalten | 595 | 688 | 762 | 824 | 800 | 892 | 923 | 1042 |
| Differenz | — | + 17 | — 2 | — 14 | — 100 | + 16 | — 45 | + 43 |

Hieraus kann man zweierlei Schlüsse ziehen: entweder dass die *T*-Tage unter besonders günstiger, oder dass die *N*-Tage unter besonders ungünstiger Disposition standen. Die Ueberlegung zeigt, dass wohl beides der Fall gewesen ist. Dass die *T*-Tage von vorn herein durch ihre Stellung in der Reihe einen Vorzug hatten, ist in der Rechnung schon berücksichtigt. Auch ist der Uebungswerth eines *N*-Tages wohl höher anzuschlagen als derjenige der unter Trional geleisteten Arbeit. Für die *N*-Tage kommt noch ein Punkt in Betracht: Es ist nicht ausgeschlossen, dass das Trional in Folge seiner geringen Löslichkeit noch am nächsten Tage in geringem Grade wirksam gewesen ist; wir wissen z. B., dass bei Sulfonal die gewöhnliche Gabe nicht selten für 2 Nächte zur Schlaferzeugung ausreicht. Nun haben wir allerdings meist mit einer verhältnissmäßig geringen Gabe gearbeitet; trotzdem können wir aus einigen Ergebnissen, die wir später bei den Wahlreactionen beschreiben werden, auch für die Additionen den Schluss ziehen, dass 2 unserer *N*-Tage keine Normaltage im strengen Sinne gewesen sind; dieser Forderung genügen eigentlich bloß die *N*-Viertelstunden der *T*-Tage und der 1. und 3. *N*-Tag.

In den Werthen des 18. XI. haben wir einen Maßstab dafür, welchen Verlust an Uebung die Pause eines Tages mit sich gebracht hat; da Trional-Nachwirkung hier ausgeschlossen ist, so kann der Werth von 100 Zahlen annähernd als Ausdruck für den 2tägigen Uebungsverlust angesehen werden. Von Interesse wird es ferner sein, zu sehen, wie sich die Arbeitsleistung in den ersten Viertelstunden an jedem Tage gestaltet, je nachdem wir von den *N*- zu den *T*-Tagen fortschreiten oder umgekehrt. Es ergiebt sich auf diese Weise von den *N*- zu den *T*-Tagen ein durchschnittlicher

Fortschritt von 92 Zahlen, von den *T*- zu den *N*-Tagen ein solcher von 53 Zahlen[1]). Diese beiden Werthe geben den Unterschied zwischen *N*- und *T*-Tagen sehr deutlich wieder. Sie zeigen von Neuem, dass die *T*-Tage einen ungünstigen Einfluss auf die folgenden *N*-Viertelstunden ausgeübt haben, der entweder durch ihren geringeren Uebungswerth oder durch eine Nachwirkung des Medicaments hervorgerufen ist; wahrscheinlich sind beide Ursachen wirksam gewesen. Der Umstand, dass der Zuwachs von *N*- : *T*-Tagen den durchschnittlichen täglichen Uebungszuwachs noch um 16 Zahlen übertrifft, kann uns ein Beweis dafür sein, dass der Rest von Trional-Nachwirkung jedenfalls den Uebungswerth des ganzen *N*-Tages nicht wesentlich beeinträchtigen konnte.

Schließlich ermöglicht die obige Berechnung (S. 12 noch, einen procentualen Ausdruck für die Uebungszunahme zu finden; wenn wir nämlich die Leistungen der 1. Viertelstunden zu einem Mittel zusammenfassen und den viertelstündigen Uebungszuwachs von 15.2 Zahlen in Procenten dieses Mittels ausdrücken, so erhalten wir einen Uebungscoëfficienten, der den Vortheil hat, direct mit einem bei andern continuirlichen Arbeiten gewonnenen vergleichbar sein. Dieser viertelstündige Uebungscoëfficient beträgt bei uns 1.86 %.

Die Ausrechnung der mittleren Schwankungen der Arbeitsleistung ergab keine verwerthbaren Unterschiede.

Fassen wir die Ergebnisse unserer Addirversuche kurz zusammen, so können wir sagen: Die der Uebung in hohem Maße zugängliche Addirarbeit wird durch Trional nicht unbedeutend erschwert, und zwar wird nicht nur die Leistung selbst, sondern wohl auch ihr Uebungswerth, wie er sich in der Anfangsleistung des jeweils folgenden Tages widerspiegelt, deutlich vermindert.

## III. Zahlenlernen.

Das Lernen wurde in der bekannten, von Oehrn näher beschriebenen Weise ausgeführt. In Tab. VI sind die Viertelstundenleistungen jedes Tages zusammengestellt.

[1]) Die Differenz vom 16. XI. *T* : 18. XI. *N* durfte natürlich nicht gebildet werden.

Tabelle VI.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26. XI. *N* | 204 | 168 | 264 | 192 | 216 | | | | | |
| 27. XI. *T* 0,5 | 252 | *192 | 216 | 144 | 168 | | | | | |
| 28. XI. *N* | 276 | 192 | 240 | 252 | 216 | | | | | |
| 29. XI. *T* 0,5 | 312 | *240 | 204 | 192 | 180 | | | | | |
| 3. XII. *N* | 276 | 384 | 360 | 372 | 348 | | | | | |
| 4. XII. *T* 1,0 | 360 | *240 | 288 | 264 | 288 | | | | | |
| 5. XII. *N* | 384 | 396 | 348 | 348 | 372 | 384 | 408 | 384 | 336 | 372 |
| 6. XII. *T* 1,0 | 492 | *408 | 396 | 322 | 384 | 322 | 300 | 312 | 396 | 348 |

Die Erscheinung des Antriebes ist hier deutlicher ausgeprägt als beim Addiren; dies hängt wohl mit der größeren Schwierigkeit der Arbeit zusammen, welche deshalb mit lebhafterem Entschlusse begonnen wurde. Am 26. und 28. XI. ist der Antrieb schon aus Tab. VI ersichtlich, aber auch am 4., 5. und 6. XII. zeigt uns eine Betrachtung der ersten 3 Fünfminuten-Leistungen dasselbe; diese lauten: 132, 108, 120; 144, 120, 120; 180, 156, 156. Auch der Schlussantrieb ist an den beiden ersten Tagen ausgeprägt; am 3. XII. zeigt ihn die letzte Viertelstunde allein: 120, 96, 132. Sehr deutlich ist er an dem langen Arbeitstage des 5. XII., wo die letzten 4 Fünfminuten folgende Werthe gaben: 96, 108, 120, 144. Das Anwachsen der Werthe am Schlusse des letzten *T*-Tages kann wohl nicht ohne weiteres als Schlussantrieb aufgefasst werden, da wir nicht wissen, ob nach 2 Stunden nicht vielleicht schon ein Nachlassen der Trionalwirkung stattgefunden hat.

Wir sehen auch hier einen beträchtlichen Einfluss der Uebung auf die ganze Dauer der Versuchsperiode: die Anfangsleistung des letzten Tages (180) ist gerade dreimal so groß als die des ersten (60). Dass hier der Zuwachs noch bedeutender ist als beim Addiren, erklärt sich aus der geringeren Uebung im Beginne des Versuches. Die Unterbrechung von 4 Tagen zwischen der I. und II. Versuchshälfte macht sich wieder durch die niedrige Anfangsleistung des 3. XII. bemerkbar; doch zeigt das rasche Ansteigen der Leistung

schon in der 2. Viertelstunde — durch die Zahlen für die 1. Fünfminuten: 84 und die 4. Fünfminuten: 156 noch deutlicher ausgedrückt —, dass dieser Verlust unter dem Einfluss der Anregung sehr rasch wieder eingebracht ist. Bezüglich des Protocolls konnten wir beim Lernen eine Beobachtung bestätigen, die wir schon beim Addiren gemacht hatten: obgleich es mit möglichster Sorgfalt die subjectiven Beobachtungen während des Versuchs aufnahm, zeigte es doch recht häufig große Abweichungen von den thatsächlichen Ergebnissen des Versuchs. Es ist dies wichtig, einmal weil es die Unzulänglichkeit der Angaben beweist, die allein auf Grund subjectiver Beobachtung die Wirkungsweise eines Arzneimittels beschreiben wollen; zweitens wird damit aber auch ein Vorwurf zurückgewiesen, der gegen unsere Arbeiten erhoben worden ist: dass nämlich manche unserer Resultate nur durch Autosuggestion zu Stande kämen. Der Versuch brachte uns im Gegentheil oft Ueberraschungen, die von dem erwarteten Ergebniss in einer manchmal recht unliebsamen Weise abwichen. Besondere Erwähnung verdient in Tab. VI der 5. XII. insofern, als er auf eine sehr geringe Ermüdbarkeit der Versuchsperson hinweist; wenn nach $2^1/_2$stündigem ununterbrochenem Lernen die Schlussleistung gleich der Anfangsleistung ist (144 Zahlen), so ist dabei ja allerdings, wie schon oben erwähnt, ein Schlussantrieb mit wirksam, doch weisen auch die vorhergehenden Viertelstunden Fünfminuten-Leistungen auf, die auf der Höhe der Anfangsleistung stehen. Der stärkere Uebungseinfluss dieses langen Arbeitstages zeigt sich sehr deutlich an der 1. Viertelstunde des nächsten Tages.

Der Gang der Arbeit unter Trionaleinwirkung entspricht im allgemeinen den beim Addiren gemachten Erfahrungen. Aus den gleichen Gründen wie dort muss auch hier schon die 2. Viertelstunde als von Trional beeinflusst angesehen werden. Die Unterbrechung durch das Einnehmen des Mittels wurde hier weniger störend empfunden als beim Addiren, wohl deshalb, weil bei der schwereren Arbeit auch eine kleine Pause eher als Erholung wirken kann und dadurch den nachtheiligen Einflüssen derselben das Gleichgewicht gehalten wird. Um einen Begriff von der Wirkung des Trionals im einzelnen zu gewinnen, halten wir uns am besten an die schon beim Addiren beschriebenen Berechnungsmethoden. Die Trennung zwischen I. und II. Versuchshälfte muss natürlich hier, wo eine Pause von 3 Tagen

den Versuch unterbricht, erst recht durchgeführt werden. Die ungleiche Länge der Arbeitstage wird uns zwar eine gleichmäßige Berechnung erschweren, doch wird dies nur für den letzten *T*-Tag von Bedeutung sein.

Tabelle VII.

| | I. Hälfte | II. Hälfte |
|---|---|---|
| Uebungszuwachs zw. den 2. Viertelstunden je zweier *N*-Tage | 24 | 12 |
| » » » 3. » » » » | — 24 | — 12 |
| » » » 4. » » » » | 60 | — 24 |
| » » » 5. » » » » | 0 | 24 |

Die Zahlen der Tab. VII, die wie Tab. III berechnet wurde, sind besonders wegen ihrer großen Unregelmäßigkeiten auffallend. Doch hindern diese Abweichungen nicht, aus der Tabelle auf die oben (S. 11) angegebene Weise weiter die für die *T*-Tage erwarteten Werthe zu berechnen. Wir erhalten dadurch Tab. VIII. Der 4 *T*-Tag konnte bei dieser Berechnung nicht mit berücksichtigt werden, weil die Tab. VII keine Zahlen für den Uebungswerth der 6.—10. Viertelstunde des 5. XII. liefert, die doch auf die Leistungen des 6. XII. von wesentlichem Einfluss gewesen sind.

Tabelle VIII.

| | 27. XI. 0,5 | | | 29. XI. 0,5 | | | 4. XII. 1,0 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | erw. | erh. | Diff. | erw. | erh. | Diff. | erw. | erh. | Diff. |
| 2. Viertelst. | 177 | 192 | + 17 | 201 | 240 | + 39 | 393 | 240 | -153 |
| 3. » | 255 | 216 | — 39 | 231 | 204 | - 27 | 351 | 288 | — 63 |
| 4. » | 201 | 144 | - 57 | 261 | 192 | — 69 | 381 | 264 | -117 |
| 5. » | 222 | 168 | 54 | 222 | 180 | 42 | 354 | 288 | — 66 |

Die Herabsetzung der Leistung durch Trional ist hier deutlich; der Typus der Wirkung entspricht im ganzen ungefähr demjenigen

in Tab. IV: Zunahme bis zur 4., leichte Abnahme in der 5. Viertelstunde. Ein abweichendes Verhalten zeigen die 2. Viertelstunden. Der scheinbar günstige Einfluss an den beiden ersten *T*-Tagen ist wohl darauf zurückzuführen, dass im Anfang der Versuchsreihe die Uebung besonders groß war. Infolge dessen vermochte das Mittel zunächst nicht die Leistung unter den nach dem Durchschnitt berechneten Werth herunterzudrücken, zumal die Anfangsdisposition an den beiden *T*-Tagen eine recht günstige war, wie später noch genauer dargelegt werden soll. Auch ist der Uebungszuwachs wohl zu klein angenommen, da in ihm bei unserer Berechnung Ermüdung und täglicher Uebungsverlust mit enthalten sind. Dass eine Verbesserung der Leistung durch Trional in Wirklichkeit nicht vorliegt, lehrt ein Vergleich der zweiten mit den ersten Viertelstunden in Tab. VI: die Abnahme in der 2. fällt um so mehr ins Gewicht, als ein Antrieb, der an den *N*-Tagen die Differenz zwischen 1. und 2. Viertelstunde hauptsächlich veranlasst hat, an den *T*-Tagen nicht oder kaum nachzuweisen ist; die 5-Minutenwerthe an diesen sind in der 1. Viertelstunde: 72. 96. 84 und 96. 120. 96., an den beiden entsprechenden *N*-Tagen: 78. 64. 60. und 108. 96. 72. Ob der hohe Werth des 4. XII. auf eine stärkere Wirkung der erhöhten Dosis von 1 g zu beziehen ist, erscheint zweifelhaft, besonders da es sich um die 2. Viertelstunde handelt; allerdings ist an diesem Tage auch die Differenz zwischen 1. und 2. Viertelstunde die größte der ganzen Versuchsreihe (120 Zahlen).

Wie bei den Addir-Versuchen können wir auch hier noch durch eine Betrachtung der *N*-Viertelstunden zu einem Ausdrucke der Trionalwirkung gelangen. Die I. Hälfte lässt sich genau wie auf S. 12 berechnen, für die II. Hälfte nöthigt uns die ungleiche Länge der Arbeitstage, die Berechnung nicht auf den täglichen, sondern von vornherein auf den viertelstündigen Uebungszuwachs zu richten, d. h.: die Differenz zwischen je zwei ersten Viertelstunden durch die Anzahl der jedesmal inzwischen gearbeiteten Viertelstunden zu dividiren und mit den nun erhaltenen Zahlen so weiter zu verfahren, wie vorher mit den Tageszuwüchsen. Wir erhalten dabei für die I. Hälfte einen täglichen Uebungszuwachs von 35,0 Zahlen, d. h. für jede Viertelstunde 7, für die II. Hälfte 6 Zahlen; der geringe Unterschied beider Werthe gestattet uns, ein Mittel zu ziehen, und für die ganze Versuchsreihe erhalten wir somit einen viertelstündigen Uebungszuwachs von 6,5 Zahlen.

Mit Hülfe dieses Werthes können wir uns nun genau wie bei Tab. V einen »normalen« Gang der 1. Viertelstunden construiren und diesen mit den erhaltenen Werthen vergleichen. Dadurch entsteht Tab. IX.

Tabelle IX.

| | 26. XI. *N* | 27. XI. *T* 0,5 | 28. XI. *N* | 29. XI. *T* 0,5 | 3. XII. *N* | 4. XII. *T* 1,0 | 5. XII. *N* | 6. XII. *T* 1,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| erwartet | | 237 | 285 | 309 | 345 | 309 | 393 | 449 |
| erhalten | 204 | 252 | 276 | 312 | 276 | 360 | 384 | 492 |
| Differenz | | + 15 | — 9 | + 3 | — 69 | + 51 | — 9 | + 43 |

Wir erhalten hier dasselbe Bild wie in Tab. V: Ungünstiger Einfluss der *T*-Tage auf die Anfangsleistung der folgenden *N*-Tage, während die Arbeitsbedingungen an den *T*-Tagen selbst aus den schon oben erörterten Gründen besonders günstige waren. Ein Unterschied zwischen der Wirkung der kleinen und der großen Dosis ist aus dieser Tabelle nicht zu ersehen. Der Vergleich der Anfangsleistungen der *N*- und *T*-Tage ergiebt, wenn wir von *N*- zu *T*-Tagen fortschreiten, einen durchschnittlichen täglichen Zuwachs von 63 Zahlen, beim Fortschreiten von *T*- zu *N*-Tagen einen solchen von 24 Zahlen. Für die gesammte I. Versuchshälfte betrug dieser Werth 35 Zahlen (s. S. 18); für die II. können wir ihn aus dem Viertelstundenzuwachs auf 36 Zahlen berechnen. Der mittlere tägliche Uebungszuwachs für die ganze Versuchsreihe beträgt also 35,5 Zahlen. Der Vergleich mit den eben erhaltenen Werthen von 63 und 24 Zahlen lehrt wiederum, in welchem Maße das Trional die Arbeit des Lernens beeinträchtigt hat. Die Größe des durch Trional noch am nächsten Tage bewirkten Verlustes ist hiernach beim Addiren und beim Lernen beinahe die gleiche, denn das Verhältniss 76 : 53[1]) ist fast gleich dem von 35,5 : 24; die beiden Quotienten verhalten sich zu einander wie 1824 : 1855.

Der viertelstündige Uebungscoefficient, auf dieselbe Weise berechnet wie oben auf S. 14, beträgt beim Lernen 2,04 %; er ist

1) Siehe S. 12 u. 14.

also, wie vorauszusehen war, für die schwierigere und weniger geübte Arbeit größer als für die leichtere und geläufigere.

Ein Urtheil darüber, auf welche Weise an den einzelnen Tagen gelernt worden ist, ermöglicht uns die Anzahl der in je 5 Minuten gezählten Wiederholungen. Wir geben in der folgenden Tabelle je 3 Fünfminuten-Leistungen zu einem Mittel zusammengefasst, weil die Zahlen einer ganzen Viertelstunde kleinere Schwankungen leicht in einer Weise vergrößern würden, die die richtige Beurtheilung erschweren könnte.

Tabelle X.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26. XI. *N* | 42 | 41 | 49 | 50 | 49 | | | | | |
| 27. XI. *T* 0,5 | 56 | *45 | 56 | 59 | 55 | | | | | |
| 28. XI. *N* | 57 | 52 | 53 | 53 | 53 | | | | | |
| 29. XI. *T* 0,5 | 53 | *51 | 52 | 50 | 50 | | | | | |
| 3. XII. *N* | 57 | 51 | 52 | 53 | 54 | | | | | |
| 4. XII. *T* 1,0 | 53 | *50 | 51 | 55 | 56 | | | | | |
| 5. XII. *N* | 49 | 49 | 48 | 48 | 47 | 46 | 47 | 51 | 49 | 52 |
| 6. XII. *T* 1,0 | 53 | *53 | 52 | 54 | 57 | 56 | 58 | 54 | 54 | 53 |

Wir fingen also am ersten Tage mit verhältnissmäßig wenigen Wiederholungen an, erreichten aber schon nach $^1/_2$ Stunde eine etwas höhere Zahl, die nun im Laufe der ganzen Versuchsreihe mit großer Gleichmäßigkeit festgehalten wurde. Weder die Ermüdung im Verlauf eines Tages, noch die Uebung von einem Tag zum andern, noch das Trional oder die lange Arbeit des 5. und 6. XII. lassen irgend welchen nennenswerthen Einfluss auf die Wiederholungszahl erkennen. Subjectiv beobachteten wir zwar öfters Schwankungen und verzeichneten sie auch im Protokoll; so war in manchen Versuchsabschnitten das Bestreben, zu gruppiren und womöglich Sinn in die Zahlenreihe zu legen, entschieden größer als in anderen, wo deutlich das Gefühl des „Plapperns", der Einprägung allein durch die motorische Sprachvorstellung vorhanden war. Doch decken sich diese subjectiven Beobachtungen der Zeit nach fast nirgends mit den geringfügigen

Schwankungen der Wiederholungszahl; im Gegentheil: am 28. XI., für den die Tab. X wohl das gleichmäßigste Lernen in der ganzen Versuchsreihe zeigt, steht im Protokoll ein dreimaliger Wechsel zwischen motorischem und sensorischem Lernen verzeichnet; und am 5. XII. mit seiner im ganzen eher etwas niedrigen Wiederholungszahl lesen wir im Protokoll: »Ausgesprochene Tendenz zum mechanischen Lernen«. Also auch hier wieder ein Widerspruch zwischen der subjectiven Beobachtung über medicamentöse Wirkungen und dem exacten Experiment sammt seinen zahlenmäßigen Schlussfolgerungen. Allerdings ist es ja möglich, dass innerhalb kleinerer Zeiträume Schwankungen in der Lernweise in der That vorgekommen sind, die sich dadurch, dass wir bloß 5 Minuten registrirten, der nachträglichen Beobachtung entzogen haben; doch ist es immerhin unwahrscheinlich, dass derartige Veränderungen, wenn sie wirklich in größerem Umfange aufgetreten wären, das Bild der Tagesleistung so ganz unbeeinflusst gelassen hätten. Zu einer Erklärung für die auffallende Gleichmäßigkeit der Wiederholungszahlen werden wir einmal auf die Weise gelangen können, dass wir die Zahlen früherer Beobachter zum Vergleiche heranziehen. Ein Vergleich mit den von Kraepelin[1]) angeführten Werthen zeigt uns, dass die Versuchsperson von vornherein zu den schnell Wiederholenden gehört. Nach den dort und bei Bettmann[2]) gegebenen Ausführungen handelt es sich also bei mir um eine Bevorzugung der motorischen Lernweise. Nun haben aber jene Versuche gezeigt, dass zwar recht häufig ein Uebergang von der sensorischen zur motorischen Lernweise beobachtet wird, das Umgekehrte aber fast nie der Fall ist; und da ich mit der motorischen Methode gleich begonnen habe, so war eine weitere Veränderung der Wiederholungszahl, die nach dem Gesagten bloß in einer Erhöhung derselben hätte bestehen können, nicht zu erwarten. Die etwas niedrigeren Werthe des ersten Tages machen den Eindruck, als ob ich erst ein wenig probirt hätte, bis ich die für mich vortheilhafteste und fürs Einprägen günstigste Recitirgeschwindigkeit fand. Dass dann diese vortheilhafteste Arbeitsmethode auch unter ungünstigeren

---

1) Ueber die Beeinflussung einfacher psychischer Vorgänge durch einige Arzneimittel. S. 81 u. 134.

2) Psycholog. Arbeiten. Bd. I. S. 181.

Arbeitsbedingungen beibehalten wird, kann uns darnach nicht weiter Wunder nehmen. Ein anderer Versuch zur Erklärung wird im letzten Abschnitt dieser Arbeit gegeben werden.

Eine Berechnung des Lernwerthes ist unter den vorliegenden Verhältnissen überflüssig; da er aus dem Verhältniss von Arbeitsleistung zur Wiederholungszahl gewonnen wird und diese letzteren annähernd constant sind, so giebt der Lernwerth nur eine Wiederholung der schon in Tab. VI ersichtlichen Thatsachen. Die mittlere Variation ergab hier ebenso wenig verwerthbare Unterschiede wie beim Addiren.

Der Einfluss des Trionals lässt sich demnach bei der Arbeit des Lernens in demselben Sinne formuliren wie beim Addiren: Herabsetzung der Arbeitsleistung und ihres Uebungswerthes, wobei die Arbeitsmethode, so weit sie aus der Wiederholungszahl erkennbar ist, unbeeinflusst bleibt.

## IV. Wahlreactionen.

Mit Wahlreactionen wurden 4 Versuchsreihen ausgeführt, eine achttägige vor Weihnachten und eine dreitägige im Januar, dazu noch zwei unter veränderten Verhältnissen, die im X. Abschnitte beschrieben sind. Die Methodik war die bekannte; für die Reizgebung wurde in der ersten Reihe der Römer'sche Plattenapparat[1] in Anwendung gebracht. Dr. Weygandt, der so liebenswürdig war, das Amt des Registrirenden zu übernehmen, wechselte zugleich auch die Platten mit dem Reizbuchstaben, und dadurch nahm die Ausführung jeder Reaction ziemlich lange Zeit in Anspruch. Die dabei entstehenden längeren Pausen zwischen je 2 Reactionen brachten es mit sich, dass der Reagirende, statt seine Aufmerksamkeit angespannt auf die Auffassungsaufgabe zu richten, öfters Zeit fand, etwas abzuschweifen, und sich daher fast zu jeder Reaction von neuem concentriren musste. Die mannigfachen Geräusche bei der Bedienung der Apparate brachten ebenfalls eine gewisse Störung mit sich, besonders, da sie nicht immer in regelmäßigem Rhythmus auf einander folgten; außerdem war am 3. und 4. Tage noch mein Bruder mit im Zimmer, um dem Registrirenden die Arbeit des Plattenwechselns

[1] Psycholog. Arbeiten. Bd. I. S. 565.

abzunehmen, ein Umstand, der noch mehr dazu beitrug, die Sammlung zu erschweren. Dies mag vorausgeschickt sein, um zu zeigen, dass die Versuchsbedingungen bei diesen Experimenten nicht die günstigsten waren und die Ergebnisse verbesserungsbedürftig sein werden.

Die Wirkung des Trionals wurde im allgemeinen 70 Minuten lang verfolgt; an jedem Tage wurde, wie gewöhnlich, eine normale Viertelstunde zur Dispositionsprüfung vorausgeschickt. Die Berechnung der Zahlen geschah nach der oft erprobten Methode der Stellungsmittel. Tab. XI giebt die aus je 20 Reactionen gewonnenen Mittel in $\sigma$ wieder. Die aus weniger als 20 Zahlen gewonnenen Werthe sind in Klammer gesetzt.

Tabelle XI.

| $\sigma$ | 11. XII. *N* | 12. XII. *T* 0,5 | 13. XII. *N* | 14. XII. *T* 0,5 | 16. XII. *N* | 17. XII. *T* 1,0 | 18. XII. *N* | 19. XII. *T* 1,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Auf einander folgende Mittel aus je 20 Reactionen | 376 | 347 | 364 | 312 | 291 | 285 | 308 | 271 |
| | 383 | *361 | 376 | 307 | 306 | 307 | 302 | 279 |
| | 369 | 349 | 358 | (332) | 296 | *298 | 319 | *310 |
| | 323 | 363 | 349 | *347 | 255 | 347 | 298 | 301 |
| | 311 | 368 | 352 | 325 | 272 | 325 | 297 | 305 |
| | 329 | 390 | 380 | 324 | 266 | 325 | 278 | 345 |
| | 308 | 341 | 359 | 330 | 286 | 332 | 293 | 329 |
| | 348 | 326 | 393 | 318 | (290) | 334 | 293 | 331 |
| | 381 | 375 | 388 | 337 | | 311 | 266 | 346 |
| | (412) | (372) | 368 | 332 | | 320 | (279) | 355 |
| | | | | 324 | | | | |
| | | | | 398 | | | | |
| | | | | 366 | | | | |
| | | | | 381 | | | | |

Auffallend ist in dieser Tabelle der Unterschied zwischen der I. und II. Hälfte der Versuchsreihe: die Reactionszeiten sind in der ersten nicht unbeträchtlich länger als in der zweiten. Eine Erklärung für dieses Verhalten ist wohl in folgender Thatsache zu finden: Ein Einfluss der Uebung, — so weit man bei Wahlreactionen von einer solchen sprechen kann —, macht sich hier im allgemeinen im Sinne der allmählichen Verkürzung der Reactionszeiten geltend. Dieser Einfluss konnte aber nicht in gleichmäßiger Weise zur Entwicklung kommen, weil die beiden ungünstigen Tage am 13. und 14. XII. im entgegengesetzten Sinne wirksam waren. Die Anwesenheit eines Dritten wirkte in solchem Maße störend und ablenkend, dass der 13. XII. fast durchgehend die längsten Reactionszeiten der ganzen Versuchsreihe ergeben hat. Die erwähnte Neigung zur Verkürzung der Zeiten ist deutlicher zu erkennen in den Werthen der 1. Viertelstunden in Tab. XII.

Tabelle XII.

| 11. XII. *N* | 12. XII. *T* | 13. XII. *N* | 14. XII. *T* | 16. XII *N* | 17. XII. *T* | 18. XII. *N* | 19. XII. *T* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 376 | 347 | 364 | 310 | 298 | 296 | 305 | 275 |

Hier sehen wir, dass die Störung der Versuchsreihe durch den 13. XII. schon am folgenden Tage wieder ausgeglichen war, also eine Gewöhnung an die veränderten Versuchsbedingungen stattgefunden hatte; der Anfangswerth des nächsten Tages fiel wieder so aus, wie er wahrscheinlich auch ausgefallen wäre, wenn er unter gewöhnlichen Bedingungen gestanden hätte. Von diesem Gesichtspunkte aus erscheint der Unterschied der beiden Versuchshälften nicht mehr so auffallend, und wir können mit mehr Berechtigung die Verkürzung der Zeiten als etwas Gesetzmäßiges betrachten. Wir sehen ferner in Tab. XI aus den *N*-Tagen, dass die Ermüdung kaum eine Rolle spielt, dass im Gegentheil auch im Verlauf jedes einzelnen Versuchs die zeitverkürzenden Einflüsse das Uebergewicht haben. Das abweichende Verhalten des 13. XII. widerspricht dem nicht, weil, wie gesagt, der ganze Tag unter abnormen Bedingungen stand. Man könnte meinen, dass das Ausbleiben von Ermüdungserscheinungen nur

durch die besonderen Verhältnisse hier bedingt war, und zwar durch die längeren Pausen zwischen je zwei Reactionen und die verhältnissmäßig kurze Dauer des ganzen Versuchs; doch zeigt ein Blick auf Tab. XVI, die Januarversuche, dass jenes Verhalten doch nicht zufällig ist. Obgleich dort die Pausen zwischen den Reactionen nur wenige Secunden und der ganze Versuch $3^1/_2$ Stunden dauerte, neigen die Reactionszeiten des *N*-Tages doch bis zum Schlusse zur Verkürzung.

Bei Berücksichtigung dieser Thatsache gewinnt jeder, auch geringe Ausschlag im Sinne der Zeitverlängerung, sobald er unter Trional eintritt, an Bedeutung und kann mit um so mehr Recht als durch das Mittel verursacht angesehen werden. In der That setzt eine Zeitverlängerung an den *T*-Tagen sofort nach dem Einnehmen des Mittels ein und ist überall bis zum Schlusse des Versuchs zu verfolgen. Am schönsten zeigen diese Verhältnisse die beiden letzten Tage: am *N*-Tage eine gleichmäßig fortschreitende Verkürzung der Zeiten, am *T*-Tage die 1. Viertelstunde auf der Höhe der Schlussleistung des vorhergehenden Tages, dann sofort eine bis zum Schluss zunehmende, ziemlich beträchtliche Verlängerung der Zeiten.

Einen Maßstab für die Gleichmäßigkeit der Arbeit haben wir in der Größe der Mittelzonen. Dieselbe ist gegeben in der Differenz der Grenzwerthe, die sich bei Berechnung der Stellungsmittel in gleichem Abstande nach oben und unten von diesen letzteren ergeben. Je weniger die beiden Grenzwerthe sich vom Mittel entfernen, je kleiner also die Mittelzone ist, um so gleichmäßiger die Leistung. Deshalb haben wir in der Mittelzone auch einen Anhalt zur Beurtheilung der Disposition jedes Tages.

Tabelle XIII.

| $\sigma$ | 11. XII. *N* | 12. XII. *T* 0,5 | 13. XII. *N* | 14. XII. *T* 0,5 | 16. XII. *N* | 17. XII. *T* 1,0 | 18. XII. *N* | 19. XII. *T* 1,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 96 | 47 | 92 | 72 | 48 | 77 | 31 | 36 |
| | 54 | *53 | 119 | 31 | 46 | 66 | 38 | 52 |
| | 60 | 52 | 48 | 28 | 48 | *51 | 65 | *46 |
| | 51 | 41 | 53 | *53 | 37 | 49 | 44 | 76 |
| Mittelzonen | 53 | 52 | 98 | 42 | 40 | 27 | 54 | 38 |
| | 45 | 76 | 47 | 52 | 47 | 22 | 27 | 49 |
| aus je 20 | 67 | 43 | 76 | 66 | 49 | 35 | 36 | 82 |
| | 106 | 27 | 104 | 83 | 44 | 25 | 33 | 62 |
| Reactionen | 93 | 68 | 111 | 46 | | 40 | 57 | 24 |
| | (72) | (39) | 82 | 72 | | (46 | 35 | 25 |
| | | | | 63 | | | | |
| | | | | 110 | | | | |
| | | | | 84 | | | | |
| Mittelzone d. ganzen Tages | 105 | 64 | 94 | 73 | 61 | 46 | 53 | 51 |

Eine Gesetzmäßigkeit lässt sich in dieser Tabelle ohne weiteres nicht herausfinden. Hohe und niedere Werthe wechseln an den einzelnen Tagen scheinbar regellos ab. Von Interesse sind die außerordentlich starken Schwankungen des ungünstigen 13. XII., ein deutliches Zeichen der mangelhaften Aufmerksamkeit an diesem Tage. Auch hier zeigen die *N*-Viertelstunden eine mit einigen Unterbrechungen fortschreitende Abnahme der Werthe, ein Umstand, der im Zusammenhang mit den aus Tab. XI und XII gezogenen Schlussfolgerungen von Wichtigkeit ist. Ebenso lässt die Betrachtung der Tagesmittel einen im gleichen Sinne wirkenden Einfluss erkennen. Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir das regelmäßige Abnehmen der *N*-Werthe wie die Verkürzung der Reactionszeit auf Rechnung der Uebung

setzen, welche die sensorielle Reactionsweise der muskulären anzunähern pflegt. Wir gedenken dabei der bei Wundt[1]) erwähnten Thatsache, dass sensorielle Reactionsweise mit großer mittlerer Variation einhergeht, muskuläre mit kleiner. Bei den Mittelzonen der ganzen Tage fällt auf, dass auch das Trional dieselben verkleinert. Zwei Umstände, welche die Dauer der Wahlreaction entgegengesetzt beeinflussen, scheinen demnach auf die Gleichmäßigkeit der Tagesleistung die gleiche Wirkung zu haben. Um diesen Widerspruch zu lösen, ist es nöthig, die *N*-Viertelstunden heranzuziehen. Tab. XIV stellt die Mittelzonen der 1. Viertelstunden der *T*-Tage denen vom Rest des Tages gegenüber.

Tabelle XIV.

| Mittelzone der | 12. XII. | 14. XII. | 17. XII. | 19. XII. |
|---|---|---|---|---|
| *N*-Viertelstunde | 47 | 64 | 71 | 41 |
| *T*-Stunde | 64 | 75 | 50 | 49 |

Hierdurch wird es klar, dass der niedrige Werth der *T*-Tage, der in Tab. XIII auffiel, nicht durch Trional veranlasst ist; vielmehr stehen die *T*-Tage von vornherein unter günstigeren Bedingungen, und zwar aus denselben Gründen wie beim Addiren und Lernen, schon durch ihre Stellung in der Versuchsreihe. Dies erhellt auch daraus, dass die Differenzen zwischen je zwei auf einander folgenden *N*- und *T*-Tagen immer kleiner werden (41 — 21 — 15 — 2; s. Tab. XIII Tagesmittelzonen); ganz natürlich, denn je länger die Versuche fortgesetzt werden, um so mehr gleichen sich die Unterschiede aus, die den *T*-Tagen einen Vorsprung vor den *N*-Tagen geben. Wir sehen aber ferner in Tab. XIV, dass unter Trionaleinfluss nicht, wie es den Anschein hatte, die Leistungen gleichmäßiger, sondern im Gegentheil ungleichmäßiger werden. Für die Ausnahme des 17. XII. mit seinem auffällig hohen Anfangswerth kann vielleicht das Protokoll Erklärung bringen, das an diesem Tage angiebt: »Im Anfang des Versuchs besonders große Unruhe und Sensibilität für die kleinsten Störungen.

1) Grundzüge der physiologischen Psychologie. Leipzig 1893. Bd. II. S. 311.

Vorher Aerger. Die Unsicherheit verschwand bald. Ferner ist aus Tab. XIII noch eine wichtige Thatsache ersichtlich. Die beiden *N*-Tage am 13. und 18. XII. zeigen uns gegenüber dem vorhergehenden *T*-Tage eine Zunahme der Mittelzonen im Tagesmittel. Woher kommt es, dass diese unter schlechterer Disposition standen? Da eine Ermüdungswirkung oder eine Herabsetzung des Uebungswerthes durch Trional bei dieser Art der Arbeit ausgeschlossen ist, so bleibt nichts übrig als eine Nachwirkung des Medicaments anzunehmen, wie sie aus der Praxis bekannt ist. Schon bei den continuirlichen Arbeiten wiesen uns einige Zahlen auf eine solche Nachwirkung hin, und hier finden wir eine Bestätigung derselben. Diese Erkenntniss nöthigt uns, auch fernerhin bei der Beurtheilung der *N*-Tage, sobald sie auf einen *T*-Tag folgen, vorsichtig zu sein, und zeigt uns auch von neuem, wie schwierig es ist, eine einwandsfreie und allen Anforderungen genügende Versuchsanordnung aufzustellen.

Das Ergebniss der Betrachtung der Mittelzonen können wir also in folgenden Worten zusammenfassen: Im Verlaufe der Versuchsperiode änderte sich die Reactionsweise in der Art, dass die Arbeit gleichmäßiger wurde unter gleichzeitiger Verkürzung der Reactionszeiten, was nach Wundt zu deuten ist als eine fortschreitende Annäherung an die muskuläre Reactionsform. Das Trional bedingt im Gegentheil Verlängerung der Zeiten zugleich mit zunehmender Ungleichmäßigkeit.

Eine nothwendige Ergänzung der bis jetzt gewonnenen Ergebnisse bietet uns die Anzahl der Fehlreactionen. Tab. XV giebt dieselben in Procenten der überhaupt ausgeführten Reactionen wieder.

Tabelle XV.

| Fehlreactionen % | 11. XII. *N* | 12. XII. *T* 0,5 | 13. XII. *N* | 14. XII. *T* 0,5 | 16. XII. *N* | 17. XII. *T* 1,0 | 18. XII. *N* | 19. XII *T* 1,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 Viertel d. | 4,87 | 6,66 | 7,95 | 9,43 | 16,86 | 10,85 | 16,22 | 17,02 |
| Rest d. Vers. | 7,95 | 8,03 | 7,57 | 7,21 | 10,09 | 5,69 | 10,45 | 6,91 |
| Ganzer Vers. | 7,07 | 7,84 | 7,56 | 7,71 | 11,76 | 6,86 | 11,59 | 7,01 |

Vor allem fällt die ganz unverhältnissmäßige Zunahme der Fehlreactionen in den *N*-Viertelstunden auf. Der Werth des 1. Tages steht ungefähr auf der Höhe, die man bei andern Versuchspersonen zu finden gewohnt ist, aber Zahlen von 16 und 17% sind für normale Verhältnisse eigentlich unerhört. Und doch zeigt das gleichmäßige Ansteigen und die Festigkeit, mit der die schließlich erreichte Höhe festgehalten wird (s. auch Tab. XVI), dass wir es dabei nicht mit zufälligen Verhältnissen zu thun haben. Der Zusammenhang mit den Reactionszeiten ist unverkennbar: genau in dem Maße, wie diese abnehmen, nehmen die Fehlreactionen zu. Dies steht in Uebereinstimmung mit der Thatsache, dass beim Uebergange zur muskulären Reactionsweise die Neigung zu Fehlreactionen ebenfalls zunimmt.

Sehen wir in Tab. XV die letzte Arbeitsstunde jeden Tages an, so stoßen wir vorerst auf Widersprüche. Dass an den ersten beiden Tagen die Fehlreactionen zahlreicher sind als in den entsprechenden 1. Viertelstunden, ist wohl aus der im Anfang überhaupt stärkeren Neigung zur Vermehrung der Fehlreactionen zu erklären. Was ist aber der Grund für die Verminderung an den beiden letzten *N*-Tagen? Wenn, wie die 1. Viertelstunden lehrten, die Verkürzung der Zeiten mit Vermehrung der Fehlreactionen einhergeht, so ist nicht klar, weshalb dieselbe Verkürzung im Laufe jedes einzelnen Tages die Fehlreactionen herabsetzen soll. Wir müssen zur Erklärung wohl die Tab. XVI (16. I. 96) zu Hülfe holen. Dort sehen wir, dass im Laufe der 1. Stunde ebenfalls eine Verminderung der Fehlreactionen eintritt, dass aber später, parallel mit einer weiteren Verkürzung der Zeiten, die Fehlreactionen schnell bis zu beträchtlicher Höhe wieder zunehmen. Jene anfängliche Verminderung konnte bei unsern ersten, kurzdauernden Versuchen allein zum Ausdruck kommen und wir haben in ihr vielleicht eine etwa der Anregung vergleichbare Wirkung zu erblicken, die für kurze Zeit Sicherheit mit Schnelligkeit vereinigen konnte und so eine thatsächliche Verbesserung der Leistung hervorrief. Sobald aber stärkere Ermüdung eintritt, — der Versuch am 16. I. 96 dauerte bis $11.^{50}$ Nachts —, lässt die Aufmerksamkeit nach und die Fehlreactionen vermehren sich wieder zugleich mit der Verkürzung der Zeiten; die Arbeit wird »motorischer«; die Wahlreaction nähert sich immer mehr der einfachen Reaction. Vergleichen wir jetzt die *T*-Tage mit diesem Resultate, so bieten sich uns keine

Schwierigkeiten mehr; wir kommen jetzt zu der Ueberzeugung, dass die Zahl der Fehler im umgekehrten Verhältniss zur Länge der Reactionszeiten steht, und befinden uns damit in Uebereinstimmung mit dem, was Wundt[1]) über das Verhältniss von sensorieller und muskulärer Reaction gesagt hat. Aehnliche Erfahrungen, die auf eine directe Abhängigkeit der Fehlerzahl von der Arbeitsgeschwindigkeit hindeuten, sind auch bei den Additionsversuchen von Rivers[2] gemacht worden. Das Interessante bei uns ist nun, dass diese Gesetzmäßigkeit unter »physiologischen« wie unter »pathologischen« Verhältnissen aufrecht erhalten wird. Halten wir die aus den Reactionszeiten, den Mittelzonen und den Fehlern gewonnenen Schlüsse neben einander, so erhalten wir den Eindruck, als ob die Trionalwirkung darin besteht, die anfangs vorherrschende und im Laufe der Versuchsreihe aufgegebene sensorielle Reactionsweise wieder herbeizuführen.

Dass diese Auffassung richtig ist, wird durch die Versuchsreihe bestätigt, die wir im Januar zur Ergänzung und unter etwas veränderten Bedingungen anstellten. Sie umfasst 3 Tage; statt der optischen Reizgebung wurde die akustische angewandt, und da Herr Dr. Aschaffenburg, der bei diesen wie bei den folgenden Reactionen die Güte hatte, das Registriren zu übernehmen, auf das Arbeiten mit dem Lippenschlüssel maximal eingeübt ist, folgten die einzelnen Reactionen viel schneller auf einander; durchschnittlich brauchten wir zur Ausführung von 100 Reactionen $7^1/_2$ Minute. Die Trionalwirkung wurde durch $3^1/_2$ Stunden verfolgt; die Pausen zwischen je 100 Reactionen betrugen 20 Minuten, während derer jedesmal ein Ergographenversuch ausgeführt wurde. Das subjective Gefühl der Anstrengung, der geistigen Anspannung war im allgemeinen viel stärker als bei den ersten Versuchen mit Dr. Weygandt, wo langsam gearbeitet wurde. In Tab. XVI sind die Resultate wiedergegeben, berechnet genau wie für die früheren Reactionsversuche. Die Gabe betrug am 15. I. 0,5 g, am 17. I. 1 g. Der 16. I. war N-Tag, allerdings nur in dem oben besprochenen, beschränkten Sinne.

1) a. a. O. S. 309 f.
2) Psycholog. Arbeiten. I. S. 657 ff.

Tabelle XVI.

| Stellungsmittel aus je 100 Reactionen | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15. I. *T* 0,5 | 420 | *468 | 502 | 548 | 500 | 502 | 453 | 411 | |
| 16. I. *N* | 371 | 325 | 329 | 335 | 361 | 355 | 322 | 330 | |
| 17. I. *T* 1,0 | 361 | *377 | 430 | 442 | 482 | 492 | 510 | 509 | |
| Mittelzonen | | | | | | | | | |
| *T* | 105 | *117 | 113 | 110 | 100 | 85 | 101 | 108 | |
| *N* | 82 | 69 | 66 | 79 | 65 | 42 | 92 | 85 | |
| *T* | 65 | *68 | 77 | 88 | 76 | 68 | 86 | 75 | |
| Fehlreactionen in % | | | | | | | | | Tages-durch-schnitt |
| *T* | 14,0 | *9,0 | 9,83 | 8,79 | 12,0 | 7,98 | 8,90 | 12,96 | 10,43 |
| *N* | 14,0 | 14,96 | 11,0 | 10,95 | 15,0 | 18,92 | 15,0 | 20,0 | 14,97 |
| *T* | 12,0 | *6,0 | 9,0 | 7,0 | 5,0 | 5,0 | 8,0 | 12,0 | 8,0 |

Alle die besprochenen Verhältnisse kommen hier sehr klar zum Ausdruck. Wie in der ersten Versuchsreihe nehmen die Reactionszeiten und Mittelzonen der 1. Viertelstunden ab, ein Beweis, dass auch hier wieder die Neigung sich geltend macht, die motorische Reactionsweise zu bevorzugen. Und was die *N*-Viertelstunden zeigen, zeigt ebenso der ganze *N*-Tag für sich, ein Beweis, dass die etwaige Nachwirkung des Trionals jedenfalls nur unbedeutend gewesen sein kann und den Verlauf der *N*-Tage nicht wesentlich gestört hat. Die hohen Werthe der Mittelzonen in den beiden letzten Versuchen des *N*-Tages können wohl als ein Zeichen beginnender Ermüdung gedeutet werden; sie fallen beide schon in die spätere Nachtstunde, $11.^{30}$ und $11.^{50}$ Uhr. Die Ermüdung verschlechtert also, wie auch das Verhalten der Fehlreactionen deutlich zeigt, zuerst die Qualität der Arbeit, während die Geschwindigkeit noch unbeeinflusst ist. Auch die Trionalwirkung verläuft in derselben Weise wie bei den ersten Versuchen; die

Verlängerung der Zeiten, die Zunahme der Mittelzonen, die Verminderung der Fehlreactionen ist auf den ersten Blick deutlich: der 15. I. zeigt außerdem, dass die Wirkung der kleinen 0.5 g-Gabe nach etwa $2^1/_2$ Stunden nachzulassen beginnt, der 17. I., dass die größere Gabe die Arbeit bis zum Schlusse in steigendem Maße beeinflusst. Das Verhalten der Fehlreactionen am letzten Tage, die sich erst ungefähr proportional der Zeitverlängerung vermindern, gegen den Schluss aber wieder zunehmen, zeigt, dass der oben aufgestellte Satz: lange Reactionszeiten — wenige Fehler, bei vorgeschrittener Ermüdung seine Gültigkeit verliert.

Die Uebereinstimmung der aus der 3-tägigen Reihe gewonnenen Schlüsse mit denen der 8-tägigen beweist uns, dass trotz der ungünstigeren äußeren Bedingungen die letzteren doch Anspruch auf Zuverlässigkeit erheben können. Auffallen könnte nur der Umstand, dass die Reactionszeiten im allgemeinen beim 3-tägigen Versuche länger sind als beim 8-tägigen. Ob wir die Ursache dazu in der Aenderung des Reizes oder in der schnelleren Aufeinanderfolge der einzelnen Reactionen oder in einem andern Umstande zu suchen haben, ist nach dem vorliegenden Material nicht zu entscheiden: schon bei dem Wechsel des Registrirenden hat man öfters eine Verschiebung aller Zeiten nach oben oder unten beobachtet. Jedenfalls wird die Uebereinstimmung der 3 Tage unter einander wie mit den Decemberversuchen dadurch nicht beeinträchtigt.

## V. Ergographenversuche.

Zur Prüfung einer rein muskulären Arbeit stellten wir eine Reihe von Ergographenversuchen an, wobei wir den durch die Versuche von Hoch[1] bewährten und in seiner Arbeit beschriebenen Apparat anwendeten. Es wurden 3 Versuchsreihen ausgeführt, 2 zweitägige und 1 viertägige. Zwischen je zwei Versuchen wurden längere Pausen eingeschoben, die 3 mal $^1/_2$ Stunde, 1 mal $^3/_4$ Stunde, 1 mal 1 Stunde betrugen und theils mit Wahl-, theils mit Associationsreactionen ausgefüllt waren. Durch diese Pausen wurde zwar das Auftreten stärkerer Ermüdungserscheinungen vermindert, aber eben dadurch auch

1 Psycholog. Arbeiten. 1 S. 380 ff.

das Studium derselben erschwert. Auch die Verschiedenheit der Pausen beeinträchtigt die Vergleichbarkeit der Curven unter einander in unwillkommener Weise. Diese äußeren Bedingungen werden also bei unseren Zahlen zu berücksichtigen sein. Tab. XVII giebt die Leistungen jedes Tages in mm wieder. Da das gehobene Gewicht stets das gleiche war (5 kg), ebenso das Zeitmaß der Hubbewegungen (1 Sec.), so genügt zur Angabe der Arbeitsleistung die Höhe, bis zu der das Gewicht in jedem Versuch gehoben wurde.

Tabelle XVII.

| Tag: | 16. I. | 17. I. | 29. I. | 30. I. | 31. I. | 1. II. | 13. II. | 14. II. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dosis: | *N* | *T* 1,0 | *N* | *T* 0,5 | *N* | *T* 1,0 | *N* | *T* 2,0 |
| Pause: | 30′ | 30′ | 60′ | 60′ | 60′ | 60′ | 30′ | 45′ |
| | 815 | 1013 | 1394 | 1156 | 1190 | 1277 | 1308 | 1334 |
| | 763 | *985 | | * | | * | 1385 | *1451 |
| | 739 | 699 | 1330 | 1197 | 1170 | 955 | 1247 | 1325 |
| | 525 | 862 | | | | | 1246 | 1207 |
| | 334 | 602 | 1248 | 1110 | 1156 | 1172 | 945 | 1112 |
| | 286 | 682 | | | | | 688 | |
| | 435 | 855 | 1278 | 1160 | 1136 | 1141 | | |
| | 459 | 459 | | | | | | |

Unverkennbar ist bei Betrachtung der Anfangsleistungen ein fortschreitender Uebungszuwachs, wobei auffällt, dass die beiden 12-tägigen Pausen gar keinen Verlust bewirkt haben; die einmal erworbene Uebung muss also bei dieser Arbeit eine außerordentlich feste sein. Für die hohe Anfangsleistung des 29. I., die von einer ebenso ungewöhnlichen Durchschnittsleistung gefolgt wird, ist ein Grund vielleicht im Protokoll zu finden. Der Apparat, der wegen einer Reparatur entfernt worden war, musste vor Beginn des Versuchs mit Nägeln und Schrauben auf dem Tische wieder befestigt werden, was

eine ziemlich umständliche und anstrengende Arbeit erforderte. Möglich, dass ich dadurch in eine Art »Bettmann'schen Zustand« gerieth und dass der kurz darauf folgende Versuch unter dem Einflusse erhöhter psychomotorischer Erregbarkeit gestanden hat. Wie weit die durch die Verzögerung verursachte ärgerliche Erregung beim Zustandekommen dieser Anfangsleistung mitgewirkt hat, entzieht sich unserer Beurtheilung.

Wollen wir auf eine Bestimmung des Trionaleinflusses eingehen, so ist dies bei der Ungleichmäßigkeit der Versuchsreihe nur möglich durch die Vergleichung solcher Tage, die unter denselben Versuchsbedingungen standen. Deshalb müssen der 16. und 17. I. gesondert vom 29. I.—1. II. betrachtet werden, und der 13. und 14. II. sind für diesen Zweck unbrauchbar. Die ersten beiden Tage zeigen eine trotz $^1/_2$stündiger Pausen ziemlich starke Abnahme der Leistungen, die am *N*-Tage annähernd gleichmäßig erfolgt, am *T*-Tage einige Unterbrechungen aufweist. Für die Größe des Verlustes bietet einen Maßstab die Differenz zwischen der Anfangsleistung und dem Durchschnitt der folgenden; dieselbe beträgt für den *N*-Tag — 309, für den *T*-Tag — 278. Der Unterschied von 31 mm ist so gering, dass man einen deutlichen Trionaleinfluss darin nicht erkennen kann. In der zweiten 4-tägigen Gruppe sehen wir zunächst, dass durch eine Pause von 1 Stunde die Ermüdung ziemlich vollständig aufgehoben wird. Am 29. I. haben wohl die Einflüsse, welche die Anfangsleistung erhöhten, im Laufe des Versuchs nachgelassen, und dadurch dürfte das Sinken der folgenden Curven veranlasst sein. Die beiden *T*-Tage zeigen ein entgegengesetztes Verhalten: am 30. I eine Zunahme, am 1. II. eine Abnahme der Arbeitsleistung; da wir diesen verschiedenen Ausfall nicht gut auf eine Ursache, das Trional, zurückführen können, so müssen wir annehmen, dass hier andere, unserer Beobachtung sich entziehende Ursachen eingewirkt haben. Für die Abnahme des 1. II. ist es vielleicht von Bedeutung, dass das Protokoll an diesem Tage verzeichnet: etwas Kopfweh, geringe Magenverstimmung.

Ebensowenig wie aus den Gesammtleistungen eine Trionalwirkung ersichtlich wird, ist dies der Fall bei Betrachtung der Hubzahlen in Tab. XVIII.

Tabelle XVIII.

| 16. I. *N* 30′ | 17. I. *T* 1,0 30′ | 29. I. *N* 60′ | 30. I. *T* 0,5 60′ | 31. I. *N* 60′ | 1. II. *T* 1,0 60′ | 13. II. *N* 30′ | 14. II. *T* 2,0 45′ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 35 | 46 | 45 | 46 | 44 | 46 | 41 | 41 |
| 35 | *46 | | * | | * | 48 | *43 |
| 29 | 30 | 45 | 44 | 44 | 46 | 46 | 44 |
| 25 | 44 | | | | | 43 | 46 |
| 16 | 28 | 48 | 40 | 45 | 44 | 35 | 43 |
| 15 | 38 | | | | | 26 | |
| 18 | 40 | 47 | 44 | 39 | 46 | | |
| 19 | 23 | | | | | | |

Eine Gesetzmäßigkeit ist nicht aufzufinden. Die Anfangsleistungen halten sich, abgesehen vom 1. Tage, ungefähr auf gleicher Höhe; die Hubzahl ist also der Uebung bei uns so gut wie nicht zugänglich. Die ersten beiden Tage zeigen, entsprechend dem Verhalten der Arbeitsleistung, wegen der nur $^1/_2$ stündigen Pause einen deutlichen Ermüdungsverlust, der in der zweiten Gruppe mit den 1 stündigen Pausen fehlt und am 13. II. erst ziemlich spät eintritt. Die *T*-Tage zeigen so unbedeutende und unregelmäßige Abweichungen von den *N*-Tagen, dass darin eine Arzneiwirkung nicht erblickt werden kann. Wir können daher das Ergebniss dahin zusammenfassen: die Hubzahl ist bei uns der Uebung in sehr geringem, der Ermüdung in höherem Grade zugänglich, bleibt aber durch Trional unbeeinflusst.

Der dritte Factor, der bei der Beurtheilung der Ergographenversuche in Betracht kommt, ist die Hubgröße, d. h. die Ausgiebigkeit jeder Contraction in cm. Sie ist zu berechnen aus dem Verhältniss der Gesammtleistung zur Hubzahl.

Tabelle XIX.

| 16. I. | 17. I. | 29. I. | 30. I. | 31. I. | 1. II. | 13. II. | 14. II. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *N* | *T* 1,0 | *N* | *T* 0,5 | *N* | *T* 1,0 | *N* | *T* 2,0 |
| 30′ | 30′ | 60′ | 60′ | 60′ | 60′ | 30′ | 45′ |
| 23,3 | 24,2 | 30,9 | 25,2 | 27,1 | 27,7 | 31,9 | 32,8 |
| 21,8 | *21,4 | | * | | * | 28,8 | *33,7 |
| 25,5 | 23,3 | 29,8 | 27,2 | 26,6 | 20,7 | 27,1 | 30,1 |
| 21,0 | 19,6 | | | | | 28,9 | 26,2 |
| 20,9 | 21,5 | 26,0 | 27,7 | 25,7 | 26,6 | 27,0 | 25,8 |
| 19,1 | 17,9 | | | | | 26,5 | |
| 24,2 | 21,2 | 27,2 | 26,4 | 29,1 | 24,7 | | |
| 24,2 | 19,9 | | | | | | |

Es zeigt sich, dass die Zunahme der Gesammtleistung, wie sie Tab. XVII wiedergiebt, fast ausschließlich gewonnen ist durch ein allmähliches Anwachsen der Hubgrößen. Die Zunahme der Anfangsleistungen ist eine constante — abgesehen vom 29. I. —, während im Verlaufe jedes *N*-Tages die Ermüdung in den Vordergrund tritt. Die Endwerthe am 16. und 31. I. dürften vielleicht das Eingreifen eines Schlussantriebes ausdrücken. Von einer deutlichen Trionalwirkung ist auch hier nichts zu merken.

Um zu sehen, ob und wie etwa der Ablauf jeder einzelnen Curve beeinflusst würde, theilten wir jede in 2 Hälften und verglichen die Hubgrößen erst der ersten und dann der zweiten Curvenhälften an *N*- und *T*-Tagen. Doch ließen sich auch hierbei keine einheitlichen Gesichtspunkte herausfinden. Schließlich sei noch darauf hingewiesen, dass die Einflüsse von Uebung und Ermüdung sich bei uns in anderer Weise wirksam erwiesen haben, als bei früheren Versuchen. Aus den Hoch'schen Ergographenversuchen war der Satz abgeleitet worden, dass die Uebung vor allem die Hubzahl vergrößert und die Ermüdung in erster Linie die Hubgröße herabsetzt[1]. Bei uns hat

1 Psycholog. Arbeiten. I. S. 474.

sich nun zwar auch ergeben, dass die gleichen Ursachen, — Ermüdung und Uebung, — auf Hubzahl und -größe verschieden wirken; doch erzeugt die Uebung eine entschiedene Zunahme der Hubgröße, während für die Ermüdung eher die Hubzahlen die größere Empfindlichkeit zeigen. Wir haben darin wohl nur eine persönliche Eigenthümlichkeit zu erblicken. Als Ergebniss der Ergographenversuche steht also so viel fest, dass die Muskelkraft durch Trional nicht beeinflusst wird.

## VI. Schreibversuche.

Zur Ergänzung der Ergographenversuche sei hier noch eine kürzere Reihe von Versuchen besprochen, die auch eine motorische Thätigkeit zum Ausgangspunkt hatten. Es wurden mit möglichster Geschwindigkeit die Buchstaben des kleinen lateinischen Alphabets aufgeschrieben und jedesmal, wie beim Lernen, der Zeitraum von 5 Minuten markirt. Wir beabsichtigten damit einmal, die Muskelkraft auf eine andere Art noch zu prüfen; dann aber wollten wir uns besonders auch ein Urtheil bilden über eine etwaige Beeinflussung der Coordination von feineren Bewegungen. Es wurde jedesmal eine *N*-Viertelstunde vorausgeschickt; dann folgte eine Pause von 25 Minuten, in der das Mittel genommen wurde; nach $^3/_4$stündiger Arbeit wurde wieder eine Pause von 25 Minuten gemacht, dann noch 10 Minuten geschrieben. Die Trionalwirkung wurde somit $1^1/_2$ Stunden lang verfolgt. Tab. XX giebt 5 Minuten-Leistungen.

Tabelle XX.

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3. III. *N* | 506 | 550 | 508 | 616 | 605 | 575 | 549 | 533 | 554 | 544 | 528 | 549 | 526 | 574 |
| 4. III. *T* 1,0 g | 621 | 616 | 608 | *618 | 582 | 560 | 560 | 560 | 527 | 519 | 514 | 524 | 560 | 526 |
| 20. III. *N* | 650 | 625 | 671 | 697 | 628 | 601 | 657 | 623 | 624 | 647 | 609 | 612 | 607 | 628 |
| 21. III. *T* 1,0 g | 702 | 641 | 658 | *653 | 626 | 660 | 627 | 613 | 617 | 660 | 602 | 580 | 646 | 583 |

Vor allem erhellt hierbei aus den ersten Viertelstunden eine Thatsache, die nach den Ergebnissen vieler früheren Versuche nicht mehr überraschen kann: das Schreiben gehört nicht zu den maximal geübten Thätigkeiten, sondern ist dem Einflusse der Uebung in ziemlich beträchtlichem Maße zugänglich. Der Uebungscoëfficient, genau wie oben beim Addiren und Lernen aus den 1. Viertelstunden berechnet, beträgt 1,82%, ist also nur wenig kleiner als bei jenen Prüfungsarbeiten. Die *N*-Tage geben ein gutes Bild von der Wirkungsweise der Ursachen, denen man nach dem heutigen Stande der Kenntnisse einen Einfluss auf die Arbeitscurve zuschreibt. Die Uebung erwähnten wir soeben; die Ermüdung macht sich im Laufe der $^3/_4$stündigen ununterbrochenen Arbeit deutlich geltend. Eine Wirkung des Antriebes können wir vielleicht in den höheren Anfangswerthen der 3 letzten Tage erkennen. Interessant ist die Wirkung der beiden Pausen. Die erste von 25 Minuten Dauer ist von entschieden günstiger Wirkung: die ihr folgende Leistung steht durchschnittlich um 67 Buchstaben höher als die vorhergehende. Die günstigen Einflüsse, Ausgleich der Ermüdung, Fortbestehen der Uebung, haben also die ungünstigen, vor allem den Verlust der Anregung, mehr als aufgewogen. Die zweite Pause von 15 Minuten hat die umgekehrte Wirkung gehabt. Hier steht die folgende Leistung um durchschnittlich 14 Buchstaben tiefer; die Pause reichte also nicht hin, die Ermüdungswirkungen wieder auszugleichen. Dies würde aber nur ein Stehenbleiben auf der Leistungshöhe vor der Pause erklären; die Verschlechterung müssen wir auf den Verlust der Anregung zurückführen, da ein so erheblicher Uebungsverlust im Hinblicke auf die Anfangsleistung des folgenden Tages unwahrscheinlich wird. Die hohen Endleistungen der *N*-Tage dürfen wir wohl als eine Wirkung des Schlussantriebs betrachten. Die Trionaltage weisen eine gewisse Verschiebung dieser Verhältnisse auf. Vor allem ist die günstige Wirkung der ersten Pause fast völlig aufgehoben; die Zunahme nach derselben beträgt durchschnittlich nur noch 2,5 statt 67 an den *N*-Tagen. Hier haben wir also zweifellos eine Trionalwirkung vor uns, und auch die stärkere Abnahme der Leistungen in den folgenden 3 Viertelstunden deutet auf eine solche hin. Auffällig ist dagegen die Wirkung der zweiten Pause. Statt der Abnahme von 14 an den *N*-Tagen sehen wir hier eine Zunahme von durchschnittlich 55 Buchstaben. Dies ist nur zu

erklären durch ein Nachlassen der Trionalwirkung; da durch sie die Leistung vor der Pause sehr tief herabgesetzt worden war, so ist wohl begreiflich, dass mit dem Schwinden der Wirkung und mit der Erholung durch die Pause die Leistung wieder zunehmen kann. Die Ergebnisse der früheren continuirlichen Arbeiten bestätigen ja auch, dass die Wirkung des Trionals nach etwa 1 Stunde nachzulassen beginnt. Ein Schlussantrieb fehlt an den *T*-Tagen. — Eine Folgerung können wir an das erhaltene Ergebniss knüpfen: wir thaten recht daran, bei den Additionen auf das Niederschreiben aller Einzelsummen zu verzichten; die Eindeutigkeit jener Versuche wäre durch die Beeinflussung des Schreibens neben derjenigen der Addirarbeit stark in Frage gestellt worden.

## VII. Leseversuche.

Nach den zuletzt beschriebenen Versuchen hauptsächlich motorischer Art kam es uns darauf an, eine psychische Leistung zu untersuchen, bei der auf der Auffassung das Hauptgewicht liegt. Die von Cron[1]) zuerst angestellten Leseversuche am Kymographion gaben uns ein Mittel dazu an die Hand. Die Versuchsanordnung blieb genau dieselbe, wie sie dort beschrieben worden ist. Die Fehler wurden eingetheilt in Auslassungen und in falsch gelesene Worte, von denen die kleine Gruppe der sinnlosen Worte abgetrennt wurde. Es kam auch vor, dass ein Wort falsch gelesen, aber gleich darauf, nachdem es schon wieder verschwunden war, verbessert wurde. Dies kam auf zweierlei Art zu Stande: Entweder wurde nach dem Fehler, der mir fast immer bewusst wurde, das Nachbild im Auge oder Centralorgan zur Controle herangezogen und gleichsam noch einmal in anderer Form abgelesen, oder es lag ein vorzeitiges Aussprechen vor. Da bei dem Vorüberziehen des Wortes meist nur Zeit ist, die auffallendsten Buchstaben wirklich zu erkennen, während das Uebrige dazu ergänzt wird, so liegt beim Fehlen eines sinnvollen Zusammenhanges oft die Möglichkeit mehrerer Ergänzungen vor. Nun kommt aber durch das gleichmäßige Zeitmaß der Wortbewegung auch in die Auslösung der Sprachbewegungen ein

1) Psycholog. Arbeiten. II. S. 203.

so gleichmäßiger Rhythmus, dass oft ein Wort wider Willen und wider bessere Erkenntniss über die Zunge geht; der erste optische Anstoß genügt zur Auslösung der Sprachbewegung, ehe das eigentliche Verständniss, die Prüfung des gesehenen Wortbildes auf seinen Sinn vollendet ist. Beide Entstehungsweisen von Fehlern kamen mir deutlich zum Bewusstsein; die letztere war wohl die häufigere.

Bei den Auslassungen kann es sich ebenfalls um zweierlei Vorgänge handeln: entweder wurde das Bild überhaupt nicht aufgefasst (Lidschluss, Verschwimmen der Buchstaben, mangelhaftes Fixiren durch Ermüdung der Augenmuskeln); oder es wurden zwar einige Buchstaben erkannt, die Ergänzung aber nicht mehr ausgeführt. In diesem Falle kam es dann ein paarmal vor, dass nur die gesehenen Buchstaben genannt wurden statt Maßstab - Mess, Kuppel - Kapp, Product —odr), oder ich schwieg, obwohl ich im Gesichtsfeld etwas erkannt hatte. Ueberwiegend war hier die erste Art der Entstehung, das Versagen des Auges, doch war es natürlich nicht möglich, im Einzelfalle während des Versuchs die Entscheidung darüber zu fällen und aufzuschreiben. Welche Rolle bei diesen Versuchen die rhythmische motorische Thätigkeit des Aussprechens spielte, wird auch durch die sinnlosen Worte dargethan: das Wortbild ist nicht richtig erkannt oder gedeutet worden; statt dass nun aber nichts oder nur der wirklich aufgefasste Theil wiedergegeben wird, entsteht ein Wort, welches nur einen sehr lockeren oder gar keinen Zusammenhang mit dem Reizworte hat. Obwohl im selben Augenblicke die Ueberlegung ganz deutlich dem ausgesprochenen Worte widerspricht, obwohl ich ganz genau weiß, dass das Wort so nicht lauten kann, geht trotzdem das Aussprechen vor sich. Das Lesen ist zum einfachen Reflexe geworden, und von einer eigentlichen Erkennung kann wohl nicht mehr gesprochen werden. Der Vorgang ist ähnlich dem, den man beim Uebergang von der sensorischen zur motorischen Reactionsweise bei Wahlreactionen beobachten kann. Beispiele hierfür sind: Statt Geschäft—Folg, Entwurf—zierlich, Fenster—Zeuster, Nähe—Nachtigall, Hofraum—Versuch. Vielleicht spielt in solchen Fällen der Einfluss früherer Worte mit hinein, indem die Erinnerung daran plötzlich aufgeweckt wird, oder auch eine Associationsreihe, die sich an ein Wort angeknüpft hatte, aber unter der Schwelle des Bewusstseins geblieben war, unterbrochen wird und nun mit dem eben vorliegenden

Gliede zu Tage tritt. Ein Beweis für diese Entstehungsweise ließ sich allerdings nachträglich nicht beibringen; doch wird die Möglichkeit derselben zugegeben werden müssen, besonders da uns aus dem täglichen Leben ähnliche Vorkommnisse bekannt sind. Beispiele für das Verlesen oder vielmehr die falsche Ergänzung der erkannten Buchstaben sind: statt Segnung—Seegang, Fessel—Scheffel, Erfolg—Ersatz, Mond—Nord, Psalm—Pfriem u. a. m. In allen diesen Beispielen ist die Vermischung illusionärer Vorgänge mit dem Erkennungsact unverkennbar, und je unvollkommener dieser letztere ist, um so mehr Spielraum werden jene haben. Demnach können wir bei der Entstehung aller Fehler 3 Fälle unterscheiden: 1. richtig, 2. falsch, 3. gar nicht erkannt, und dazu 3 Unterfälle: a. richtig, b. falsch, c. gar nicht ausgesprochene Wörter. In den Verbindungen dieser 6 Fälle sind alle Fehlerarten enthalten.

Es wurde an 3 Abenden experimentirt; jedesmal wurde erst die Trommel mit den einsilbigen und gleich darauf die mit den zweisilbigen Worten gelesen. Die Expositionszeit für jedes Wort betrug ca. 750 $\sigma$. An jedem Abende wurden 5 Versuche in $^3/_4$stündigen Pausen gemacht. Tab. XXI giebt die Zahl der Fehler jeder Art wieder.

Tabelle XXI.

| | 11. II. 96 *N* | | | | | 12. II. 96 *T* 1,0 g | | | | | 14. II. 96 *T* 2,0 g | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Einsilbige Worte | | | | | | | | | | | | | | | |
| ausgelassen | — | 1 | — | 1 | 1 | — | 1 | 4 | 13 | 11 | — | 1 | 19 | 25 | 41 |
| falsch | 5 | 7 | 3 | 9 | 7 | 1 | 5 | 15 | 27 | 37 | 16 | 14 | 40 | 48 | 43 |
| sinnlos | 2 | — | — | 2 | — | 1 | — | 2 | 5 | 5 | 1 | 3 | 7 | 1 | 5 |
| verbessert | 1 | 3 | 6 | 5 | 6 | 2 | 3 | 2 | 6 | 3 | — | 2 | 1 | 2 | 4 |
| Summa | 8 | 11 | 9 | 17 | 14 | 4 | *9 | 23 | 51 | 56 | 17 | *20 | 67 | 76 | 93 |

| | 11. II. 96 *N* | | | 12. II. 96 *T* 1,0 g | | | 14. II, 96 *T* 2,0 g | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zweisilbige Worte | | | | | | | | | | | | | | |
| ausgelassen | 4 | — | 1 | 1 | — | — | 1 | 7 | 9 | 19 | 1 | 3 | 13 | 26 | 33 |
| falsch | 5 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | 9 | 14 | 16 | 32 | 6 | 17 | 22 | 33 | 31 |
| sinnlos | — | — | — | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 3 | 2 | — | 1 | 2 | 4 | 6 |
| verbessert | 4 | 3 | 4 | 1 | 5 | 5 | 2 | 3 | 4 | — | — | 1 | 3 | 2 | 3 |
| Summa | 13 | 7 | 9 | 4 | 11 | 7 | *14 | 28 | 32 | 53 | 7 | *22 | 40 | 65 | 73 |

Vorerst lehrt uns diese Tabelle, dass die physiologische Ermüdung der Sicherheit des Lesens nur wenig Abbruch thut. Nehmen wir die ein- und zweisilbigen Worte des *N*-Tages zusammen, so verhält sich die Fehlerzahl des ersten Versuchs zum letzten um $11^{35}$ Uhr wie 100 : 109. Die zweisilbigen Worte haben ein besseres Resultat ergeben, obwohl sie nach ihrer Stellung im Versuche unter schlechteren Verhältnissen standen. Ihnen ging regelmäßig das Ablesen der einsilbigen Trommel direct vorauf; außerdem wurde in dem nur 4 mm breiten Spalte fast nie das ganze zweisilbige Wort auf einmal sichtbar: der Anfangsbuchstabe war schon wieder verschwunden, ehe der Schluss auftauchte. Wenn die zweisilbigen Worte trotzdem auch an den *T*-Tagen ein besseres Ergebniss lieferten, so liegt das wohl daran, dass sie durch die größere Buchstabenzahl mehr Anhaltspunkte zur Ergänzung bieten und damit die Zahl der möglichen sinnvollen Ergänzungen beschränkt wird. Ein Beispiel: Für Stroh wurde gelesen: Stark, Strunk, Kohl, Spatz, Stück, für Verlauf nur einmal Verlag, für Neubau nur Umbau, für Erwerb—Gewerbe und Erfurt.

Ein Blick auf die *T*-Tage in Tab. XXI lehrt sofort das Vorhandensein einer starken Trionalwirkung. Im zweiten Versuche jedes *T*-Tages, der 20 Minuten nach dem Einnehmen des Mittels angestellt wurde, ist die Zunahme der Fehler noch nicht sehr auffallend; sie steigen aber bei jedem folgenden Versuche rasch an, bis sie zum Schluss des letzten Tages die für normale Verhältnisse unerhörte Höhe von 33,8% erreicht haben. Dieser Erfolg ist um so bedeutungsvoller, als das Lesen am Kymographion für gewöhnlich zu den gleich-

mäßigsten der psychologischen Experimentalarbeiten gehört. Es hängt dies wohl mit der dabei eingehaltenen Versuchsanordnung zusammen. Cattell[1]) fand in seinen auf die Erkennungszeit gerichteten Untersuchungen, dass dieselbe für ein kleingedrucktes Wort in deutschen Lettern durchschnittlich 400 $\sigma$ beträgt. Da bei uns die Expositionszeit, wie erwähnt, etwa 750 $\sigma$ betrug, so haben wir darin den Schlüssel für die Gleichmäßigkeit des Lesens an den *N*-Tagen. So konnte die physiologische Ermüdung, die sicher auch bei diesen Versuchen vorhanden war, die Erkennungszeit um fast die Hälfte verlängern, ehe sie sich als Fehler oder Auslassung zu erkennen zu geben brauchte. Erst wenn diese länger als 750 $\sigma$ wurde, konnten illusionäre Vorgänge in größerem Umfange in Thätigkeit treten. Verlängerungen geringen Grades mussten sich bei unserer Versuchsanordnung der Beobachtung völlig entziehen. Dies beweist uns mit erneuter Deutlichkeit, dass die Störungen durch das Trional bei dieser Arbeit ganz besonders starke sein müssen.

Die einzelnen Arten von Fehlern, die wir oben unterschieden, haben dem Trional gegenüber ein verschiedenes Verhalten gezeigt. Es wird dies deutlicher, wenn wir unter Zusammenfassung der ein- und zweisilbigen Worte die Anzahl der Fehler jeder Art am *N*-Tage = 100 setzen und die Ergebnisse der *T*-Tage zu dieser Zahl in Beziehung bringen; die erste Viertelstunde ist dabei unberücksichtigt geblieben. In Tab. XXII ist die Berechnung ausgeführt.

Tabelle XXII.

| | *N*-Tag | *T*-Tag 1,0 | *T*-Tag 2,0 |
|---|---|---|---|
| ausgelassen | 100 | 800 | 2012 |
| falsch | 100 | 398 | 620 |
| sinnlos | 100 | 189 | 218 |
| verbessert | 100 | 78 | 68 |

1) Wundt, Philos. Stud. III. Bd. S. 107 ff.

Wir sehen hier, dass die Auslassungen und Fehler bei weitem am stärksten zugenommen haben; die Vermehrung der sinnlosen Worte tritt dagegen zurück, und die Verbesserungen sind sogar seltener geworden als am N-Tage. Dass dies kein Zufall ist, zeigt sich darin, dass Vermehrung sowohl wie Verminderung am 2 g-Tage stärker ist als am 1 g-Tage. Die Erklärung dafür ist wohl darin zu suchen, dass diese 4 Fehlerarten verschiedene Entstehungsweisen haben, und zwar können wir nach der obigen Auseinandersetzung wohl sagen, dass Fehler und Auslassungen wesentlich auf einer Erschwerung der Auffassung beruhen, die sinnlosen Worte und Verbesserungen mehr durch psychomotorische Störungen veranlasst werden, namentlich durch vorzeitiges Aussprechen. Der Ausfall der Versuche erklärt sich dann dadurch, dass wir eine Verlangsamung der Auffassung durch Trional annehmen und dazu eine geringfügige Erschwerung des Aussprechens der Worte; das vorschnelle Aussprechen würde dadurch vermindert, die Zahl der Verbesserungen herabgesetzt. Auch bei der sehr starken Zunahme der Auslassungen unter Trionaleinfluss gegenüber den Fehlern könnte die erschwerte Auslösung der Sprachbewegung eine gewisse Rolle spielen. Da nun das Sprechen zu den Bewegungen mit feinerer Coordination gehört, würde sich dieses letzte Ergebniss gut dem bei den Schreibversuchen erhaltenen anfügen.

## VIII. Auffassungsversuche.

Die Ergebnisse der Leseversuche am Kymographion ließen es wünschenswerth erscheinen, noch einen möglichst reinen Auffassungsvorgang zu untersuchen, unter Vermeidung jeglicher motorischer Thätigkeit. Die Cattell'schen Versuche[1] gaben uns einen Weg dafür an. Wir änderten seine Versuchsanordnung für unsere Zwecke folgendermaßen ab:

Der Momentverschluss eines photographischen Apparats wurde auf einem Stativ verschieblich so angebracht, dass dicht dahinter eine Papptafel mit dem optischen Reiz eingeschoben werden konnte. Dieser bestand in 9 im Quadrat gedruckten Ziffern, je 3 auf einer Zeile. Jedes dieser weißen kleinen Quadrate war auf schwarze Pappe geklebt

[1] a. a. O. S. 207.

und wurde von einer im Rücken der Versuchsperson befindlichen Lampe scharf beleuchtet, so dass die optischen Verhältnisse möglichst günstige waren. Das Princip des Momentverschlusses bestand kurz darin, dass ein schwarzer Vorhang, der das Object bedeckt, sich nach oben aufrollt und nach kurzer Zeit von unten wieder vorschiebt. Die Expositionszeit wurde durch besondere Versuche auf 500 $\sigma$ bestimmt und constant gefunden. Der Apparat wurde in Augenhöhe und deutliche Sehweite gebracht und von der Versuchsperson selbst bedient. Dies geschah auf die Weise, dass die Papptafel hinter den Vorhang geschoben wurde, dann wurde der Verschluss geöffnet und die erkannten Ziffern auf ein in Felder von 9 Quadraten eingetheiltes Papier aufgeschrieben, jedesmal an den Ort, wo sie erkannt waren. Sodann wurde die Platte herausgezogen, mit dem Geschriebenen verglichen und die Fehler sofort festgestellt. Ein vorzeitiges Ablesen wurde durch einen Schirm verhindert, der den ganzen Apparat bis auf die Sehöffnung und die bewegende Schnur verdeckte. Wir hatten ca. 30 Platten zur Verfügung, so dass ein Auswendiglernen der Zahlen auch bei gehäuften Versuchen fast ausgeschlossen war; wenn trotzdem etwas derartiges bemerkt wurde, so ließen wir die betreffende Platte bei Seite. Zwischen der 1. und 2. Viertelstunde lag jedesmal eine Pause von 5 Minuten, in der das Trional mit der üblichen Menge Wasser eingenommen wurde. Von Fehlern konnten wir 3 Arten unterscheiden: Zahlen, die vollständig verkannt oder frei errathen waren, solche, die mangelhaft erkannt waren, 5 statt 3, 1 statt 7, endlich Fehler, die bloß auf einem Vertauschen des Platzes beruhten, wenn z. B. eine Zeile 527 statt 572 geschrieben wurde. Letztere Art war selten; sie trat in der Viertelstunde mit ca. 45 Einzelversuchen, d. h. bei ca. 400 exponirten Zahlen zwei- bis höchstens sechsmal auf. Allerdings ließ sie sich am leichtesten abgrenzen, während eine Sonderung zwischen den beiden ersten Fehlerarten nicht durchzuführen war. Die Gabe betrug am 4. VII. und 8. VII 1,0 g, am 10. VII. 2,0 g.

Es wurde mit dieser Methode eine sechstägige Versuchsreihe ausgeführt. Da die Zahl der in jeder Viertelstunde ausgeführten Versuche nicht immer die gleiche war, so bestimmten wir der besseren Vergleichbarkeit wegen die Anzahl der bei jeder Exposition durchschnittlich erkannten Ziffern. Diese wurde leicht gefunden durch

Division der überhaupt erkannten Ziffern mit der Anzahl der in jeder Viertelstunde gemachten Versuche.

Tabelle XXIII.

| | | Viertelstunden | | | | | | Viertelstunden | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. |
| 3. VII. *N* | erkannt | 3,89 | 4,15 | 4,60 | 5,07 | 4,69 | richtig erkannt | 2,66 | 2,89 | 2,99 | 3,17 | 2,93 |
| 4. VII. *T* 1,0 g | | 4,62 | *4,64 | 4,77 | 5,02 | 5,02 | | 3,52 | *3,36 | 3,25 | 3,36 | 3,18 |
| 7. VII. *N* | | 5,38 | 5,35 | 5,51 | 5,37 | 5,50 | | 3,68 | 3,59 | 3,51 | 3,74 | 3,75 |
| 8. VII. *T* 1,0 g | | 5,41 | *5,23 | 5,63 | 5,40 | 5,73 | | 3,63 | *3,64 | 3,66 | 3,26 | 3,13 |
| 9. VII. *N* | | 5,76 | 6,49 | 6,54 | 6,45 | 6,76 | | 3,38 | 4,07 | 3,80 | 3,92 | 4,12 |
| 10. VII. *T* 2,0 g | | 6,49 | *6,02 | 5,78 | 5,88 | 5,26 | | 3,92 | *3,52 | 3,41 | 3,72 | 2,95 |

Wir sehen hier, dass zu Anfang nur wenige Ziffern erkannt wurden, und die Zahl der richtig erkannten ist erst recht eine bescheidene. Sehr bald aber, schon im Laufe des ersten Tages, macht sich eine Zunahme geltend, die an den folgenden Tagen sehr lebhaft und gleichmäßig fortschreitet, so dass in der letzten Viertelstunde des 9. VII. durchschnittlich 75% aller exponirten Zahlen gelesen wurden. Die Maximalleistung von 9 Zahlen wurde an diesem Tage dreimal erreicht, und zweimal wurden 8 Zahlen richtig erkannt. Die richtig gelesenen haben sich ungefähr in demselben Verhältniss vermehrt wie die überhaupt gelesenen. Die Uebungsfähigkeit meiner Auffassung ist also eine überraschend große, und ich hatte offenbar die Grenze derselben mit 9 Ziffern noch nicht erreicht. Der tägliche Uebungscoëfficient, aus den ersten Viertelstunden genau wie oben beim Addiren und Lernen mit Berücksichtigung der zweitägigen Pause berechnet, beträgt 2,08%, ist also noch größer als beim Lernen.

Bei dieser Neigung zur Zunahme der Leistungen ist jede Abnahme, wie sie an *T*-Tagen auftritt, von besonderer Bedeutung. Wie

man sieht, ist dieselbe unverkennbar, noch deutlicher vielleicht ersichtlich aus Tab. XXIV, in der die 1. Viertelstunde jedes Tages gleich 100 gesetzt und der Durchschnitt der folgenden Stunde darauf bezogen ist.

Tabelle XXIV.

| | | 1. Viertelstunde | Rest des Versuchs | | 1. Viertelstunde | Rest des Versuchs |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3. VII. *N* | erkannt | 100 | 121 | richtig erkannt | 100 | 122 |
| 4. VII. *T* 1 g | | 100 | 105 | | 100 | 93 |
| 7. VII. *N* | | 100 | 102 | | 100 | 99 |
| 8. VII. *T* 1 g | | 100 | 101 | | 100 | 94 |
| 9. VII. *N* | | 100 | 114 | | 100 | 119 |
| 10. VII *T* 2 g | | 100 | 87 | | 100 | 87 |

Am 7. VII. verzeichnet das Protokoll: »Unruhe in Erwartung eines Besuchs«; daher vielleicht die schlechte Durchschnittsleistung. Das Steigen der Durchschnitte infolge der Uebung, an den *N*-Tagen offenbar, ist an den *T*-Tagen deutlich vermindert, besonders in der 2. Hälfte der Tabelle, die das Verhältniss der richtig erkannten Zahlen wiedergiebt. Hier bleibt an allen *T*-Tagen die Leistung der letzten Stunde hinter der des Anfangs zurück. Dass die erste Hälfte der Tabelle keinen stärkeren Ausschlag ergeben hat, wird uns nicht wundern, wenn wir den psychischen Vorgang bei diesen Versuchen etwas genauer ins Auge fassen. Dieser gestaltete sich, wie sich durch aufmerksame Selbstbeobachtung feststellen ließ, folgendermaßen: Sofort nachdem sich der Vorhang wieder geschlossen hatte, suchte ich mir unter Aufbietung einer ziemlich starken Willensanstrengung das gesehene Bild wieder zu vergegenwärtigen, indem ich zugleich fast zwangsmäßig die so erkannten oder wiedererkannten Zahlen halblaut

vor mich hinsprach. Ich fixirte dabei den schwarzen Vorhang, indem ich gewissermaßen das optische Nachbild oder das Erinnerungsbild auf denselben projicirte und noch einmal ablas. Dabei bemühte ich mich, auch an den Stellen, die während der Exposition verschwommen geblieben waren, eine deutliche Zahl zu sehen. Dass dabei für illusionäre Vorgänge ein breiter Raum gegeben war, ist klar. Während dieser angestrengten Reproduction der mangelhaft erkannten Theile des Gesichtsfeldes ging nun öfters die optische Erinnerung an die ursprünglich deutlich gesehenen Ziffern verloren; doch trat dafür, wenn es nun zum Niederschreiben des Erkannten kam, manchmal die acustische Erinnerung an die eben ausgesprochenen Zahlen ein. Es kam auch vor, dass durch dies Fixiren des Nachbildes eine schon ausgesprochene Zahl mit Bewusstsein verbessert werden konnte, was wohl mehr für eine Inanspruchnahme des Nachbildes auf der Retina als des Erinnerungsbildes spricht. Andrerseits kam es vor, dass eine Zahl ausgesprochen wurde, ohne dass sie mir als erkannt zum Bewusstsein gekommen wäre oder dass mir die optische Reproduction gelingen wollte; ich schrieb sie also in Erinnerung an das Sprachbild auf und war dann überrascht, sie bei der Controle richtig zu finden. Wir müssen wohl annehmen, dass in solchen Fällen die Sprachvorstellung angeregt worden war, ohne dass das Gesichtsbild deutlich zum Bewusstsein gekommen war, gewissermaßen unter Umgehung dieses optischen Bewusstseins. Bei den Versuchen merkte ich bald, dass ein scharfes Fixiren des Zahlenquadrates weniger günstig war, als ein mehr verlorenes Hinsehen auf die Stelle, wo es erscheinen musste. Ich lernte dadurch die Aufmerksamkeit, die gewohnt ist, sich vor allem auf die macula lutea zu richten, auch auf mehr peripher gelegene Netzhautabschnitte gewissermaßen zu vertheilen; aus einer kleinen Stelle deutlichsten Sehens wurde so ein größerer Kreis weniger deutlicher Wahrnehmung. Das Nachbild wird dabei zwar blasser, ist aber mit einiger Anstrengung doch noch zu erkennen und zu reproduciren.

Die Deutung der Tab. XXIV bietet nun keine Schwierigkeiten mehr. Dass sich die Zahl der erkannten Ziffern nicht noch stärker vermindert hat, ist einmal auf den, wie wir sahen, sehr starken Einfluss der Uebung zurückzuführen, welcher der Trionalwirkung entgegenarbeitete. Ferner aber erklärt es sich aus dem Auftreten von

Illusionen, deren Neigung, sich unter Trionaleinfluss zu vermehren, wir schon bei Gelegenheit der Leseversuche feststellen konnten. Hier war natürlich die Gelegenheit dazu in noch höherem Maße geboten, da die Zahlen ja in keinen Zusammenhang gebracht zu werden brauchten wie die Buchstaben; phantastische Ergänzungen hatten hier also einen viel weiteren Spielraum. Dass am letzten Tage mit der größeren Trionalgabe auch die Erkennungen eine Verminderung aufweisen, beruht vielleicht darauf, dass unter dem Einflusse der erhöhten Gabe auch die Auslösung der Sprachbewegungen stärker gehemmt wurde, welche, wie wir sahen, für die Erinnerung beim endgültigen Aufschreiben des Erkannten nicht ohne Bedeutung waren. Das Gleichbleiben der Gesammtleistung an den *T*-Tagen beruht thatsächlich auf einer Vermehrung der Illusionen, wie durch die unzweifelhafte Verminderung der richtigen Erkennungen dargethan wird; sie zeigt uns deutlich, dass wir es mit einer erheblichen Störung der Auffassung zu thun haben. Dass der Ausschlag nicht noch größer ausgefallen ist, liegt wohl zum Theil mit daran, dass bei 9 Zahlen, von denen dazu nur durchschnittlich 6 als erkannt in Betracht kommen, der Spielraum für Schwankungen überhaupt kein großer ist; Maximum und Minimum der Leistung liegen hierbei sehr eng beisammen.

Das Ergebniss dieser Versuche können wir also zusammenfassen in die Sätze: Erschwerung der Auffassung, Vermehrung der illusionären Vorgänge, vielleicht Erschwerung der Sprachbewegungen. Die Uebereinstimmung mit unsern früheren Ergebnissen ist befriedigend.

## IX. Associations-Versuche.

Auf die Bedeutung von Associationsversuchen ist schon früher von verschiedenen Seiten hingewiesen worden, und die von Kraepelin bei Gelegenheit der Alkohol- und Theeuntersuchungen[1] und besonders die von Aschaffenburg[2] gewonnenen Ergebnisse ließen auch für unsere Frage Aufschlüsse erwarten. Wir wendeten 3 Versuchsarten an: die Methode des fortlaufenden Niederschreibens und die Associationsreactionen mit und ohne Zeitmessung; von den ersteren wurde eine Reihe Abends, eine andere Vormittags ausgeführt.

1) a. a. O. S. 51 ff., 112 ff. 2) Psycholog. Arbeiten. I. S. 210 ff. II. S. 1 ff.

Mit der schriftlichen Methode wurde an 5 Tagen experimentirt. Mit $^3/_4$stündigen Pausen wurde viermal an jedem Abend $^1/_4$ Stunde lang gearbeitet. Die Aufgabe war, in den ersten 5 Minuten auf ein zugerufenes Reizwort fortlaufende freie Associationen zu bilden, in den zweiten und dritten 5 Minuten Worte aufzuschreiben, die möglichst ausgeprägte Gesichts- oder Gehörsvorstellungen wiedergeben. Diese Gruppe wurde beigefügt, um zu sehen, ob unser Mittel etwa auf Associationskreise, die sich an ein bestimmtes Sinnesorgan knüpfen, eine besondere Wirkung ausüben würde. Bestimmte Erfahrungen bei individual-psychologischen Untersuchungen ließen eine solche Wirkung nicht ganz ausgeschlossen erscheinen.

Tabelle XXV.

| | 24. I. 96 *N* | | | | 25. I. *T* 0,5 g | | | | 30. I. *T* 0,5 g | | | | 31. I. *N* | | | | 1. II. *T* 1,0 g | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| frei | 68 | 77 | 71 | 45 | 76 | *55 | 66 | 81 | 47 | *77 | 86 | 78 | 90 | 66 | 57 | 65 | 85 | *66 | 56 | 64 |
| opt. | 59 | 50 | 51 | 56 | 71 | *72 | 83 | 83 | 91 | *84 | 84 | 79 | 91 | 90 | 87 | 88 | 88 | *88 | 86 | 74 |
| akust. | 52 | 51 | 47 | 60 | 76 | *75 | 74 | 68 | 81 | *79 | 70 | 70 | 80 | 83 | 78 | 86 | 78 | *74 | 78 | 70 |

Die Tabelle giebt die Zahl der in je 5 Minuten niedergeschriebenen Worte wieder. Bei der außerordentlichen Mannigfaltigkeit und Unbeständigkeit der freien Associationen ließ sich eine Gesetzmäßigkeit für diese an den *N*-Tagen kaum erwarten. Aber auch an den *T*-Tagen lässt sich ein bestimmter Einfluss nicht erkennen. Die Schwankungen finden weder nach einer bestimmten Seite hin statt, noch überschreiten sie ihrer Größe nach die an den *N*-Tagen beobachtete Breite; sie alle werden, wie ein Blick in die Schreibhefte lehrt, hauptsächlich bestimmt durch die Art des Vorstellungsgebietes, auf dem wir uns gerade bewegen. Befinden wir uns in einem uns geläufigen Vorstellungskreise, so werden uns die Gedanken in größerer Fülle zuströmen, als wenn wir auf weniger gewohntes Gebiet gerathen sind. Denn in wie hohem Grade man sich bei dieser Methode passiv verhält, sobald man nach Vorschrift jede Willensthätigkeit möglichst vermeidet, weiß jeder, der einmal in dieser Weise experimentirt hat. Freilich ein wirklich getreues Bild von der Verknüpfung der Vorstellungen und dem jeweiligen Bewusstseinsinhalt kann diese Methode

nicht geben. Aschaffenburg hat schon auf die Mängel derselben hingewiesen[1]) und nach meinen Beobachtungen kann das dort Gesagte noch erweitert werden. Für mich war der Act des Niederschreibens fast stets eine Störung. Während ich ein Wort schrieb, hatte ich Zeit, mich schon mit 3 oder 4 nächsten zu beschäftigen und unter denselben eine Auswahl zu treffen; es waren im Blickfelde des Bewusstseins manchmal eine ganze Reihe von Vorstellungen vorhanden, die alle als Association auf die vorhergehende gelten konnten und sich gleichzeitig zur Apperception drängten. Durch die, freilich nicht immer bewusste, Wahl zwischen diesen wurde dann wieder das Niederschreiben öfters um ein geringes verlangsamt. Auch bekam die Reihe durch diese Fülle der Vorstellungen zuweilen etwas Sprunghaftes und Zusammenhangsloses, weil verschiedene verbindende Glieder nicht zur Niederschrift gekommen waren. Von einem »Stillstand des Associirens während des Niederschreibens« konnte ich nichts beobachten. Anders liegt das Verhältniss bei den »optischen und akustischen« Associationen, wie wir sie kurz nennen wollen. Da hier die Zahl der wirklich geläufigen Vorstellungen nach einiger Zeit erschöpft ist, stellen sich bald Wiederholungen in großer Zahl ein und außerdem ein Suchen nach neuen, der Aufgabe genügenden Worten. Wenn hier Stockungen eintraten, so war meist nicht der Ueberfluss, sondern der Mangel an Worten schuld. Die Zunahme, welche die beschränkten Associationen aufweisen, erklärt sich aus der Vermehrung dieser Wiederholungen; sie kehrt sich ins Gegentheil um, wenn man die Zahl der jedesmal neu gebildeten Associationen zusammenstellt, wie es in Tab. XXVI geschehen ist.

Tabelle XXVI.

| | 24. I. *N* | | | | 25. I. *T* 0,5 g | | | | 30. I. *T* 0,5 g | | | | 31. I. *N* | | | | 1. II. *T* 1,0 g | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| frei | 68 | 76 | 72 | 45 | 64 | 55 | 58 | 73 | 43 | 66 | 82 | 78 | 89 | 64 | 51 | 56 | 78 | 54 | 50 | 62 |
| opt. | 59 | 50 | 43 | 42 | 45 | 51 | 49 | 49 | 42 | 32 | 34 | 32 | 41 | 39 | 34 | 36 | 50 | 34 | 44 | 31 |
| akust. | 52 | 50 | 41 | 50 | 50 | 46 | 36 | 31 | 36 | 36 | 33 | 33 | 25 | 27 | 33 | 23 | 36 | 32 | 26 | 25 |

1) Psycholog. Arbeiten. I. S. 258.

Die Tabelle zeigt, dass wir, wie nicht anders zu erwarten, unter den freien Associationen am wenigsten Wiederholungen antreffen: sie fanden sich fast nur dann, wenn eine Tagesfrage, die Erinnerung an eine Reise u. a. sich zu wiederholten Malen in das Bewusstsein drängte; natürlich wurden dann oft auch dieselben Ausdrücke wieder gebraucht. Bei den beschränkten Associationen nimmt die Zahl der neuen Vorstellungen sehr bald erheblich ab, beträgt aber doch auch zum Schlusse der Versuchsreihe noch etwa 35 %. Daraus können wir entnehmen, dass eine Erschöpfung unseres Vorrathes an Gesichts- und Gehörsvorstellungen auch nach starker Inanspruchnahme nicht so leicht eintritt. Dieser Vorrath ist jedenfalls noch erheblich größer als 837 für optische und 721 für akustische Vorstellungen d. h. die Summe der in unsern 5 Tagen neugebildeten Associationen; sonst müsste die Auffindung neuer Worte am letzten Tage noch größere Schwierigkeiten bereitet haben. Ferner sehen wir aus den beiden Tabellen, dass die Gesichtsvorstellungen durchgängig zahlreicher sind als die akustischen. Wir können darin vielleicht eine persönliche Eigenthümlichkeit erkennen.

Was die *T*-Tage betrifft, so zeigen uns die beiden Tabellen, dass ein Einfluss nach der quantitativen Seite jedenfalls nicht vorliegt. Aber auch die Untersuchung der Qualität der Associationen ergab ein negatives Resultat. Wir ordneten zu diesem Zwecke die freien Associationen, die hier allein in Betracht kommen, nach dem Vorgange von Aschaffenburg in innere und äußere an; in Tab. XXVII ist das Verhältniss beider in Procenten angegeben.

Tabelle XXVII.

| % | 24. I. *N* | | | | 25. I. *T* 0,5 g | | | | 30. I. *T* 0,5 g | | | | 31. I. *N* | | | | 1. II. *T* 1,0 g | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| innere | 44 | 52 | 35 | 47 | 45 | *42 | 44 | 65 | 53 | *53 | 51 | 57 | 46 | 64 | 54 | 57 | 45 | *48 | 37 | 19 |
| äußere | 56 | 58 | 62 | 53 | 55 | *58 | 56 | 35 | 47 | *47 | 49 | 43 | 54 | 36 | 46 | 43 | 55 | *52 | 63 | 81 |

Auch hier keine Uebereinstimmung weder der *N*-Tage unter sich, noch mit den *T*-Tagen. Die Zunahme der äußeren Associationen am letzten *T*-Tage steht zu vereinzelt da, um verwerthet werden zu

können; die zahlreichen Beziehungen nach räumlicher Coexistenz kamen durch eine Schilderung meines Schlafzimmers und darauf der Berliner Frauenklinik zu Stande. Ferner untersuchten wir bei den freien Associationen, wie oft der Vorstellungskreis in jeder Versuchsviertelstunde gewechselt wurde, und ob das Trional das Festhalten eines Themas erleichterte oder erschwerte. Allerdings hatte es oft Schwierigkeiten, den Punkt zu bestimmen, wo ein Thema verlassen und wo ein anderes begonnen worden war. Wir führten die Abgrenzung, so gut es ging, durch. Tab. XXVIII giebt an, wie oft in jeder Reihe der Gedankenkreis wechselte.

Tabelle XXVIII.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 24. I. *N* | 9 | 10 | 7 | 5 |
| 25. I. *T* | 12 | *7 | 9 | 14 |
| 30. I. *T* | 6 | *13 | 12 | 9 |
| 31. I. *N* | 9 | 6 | 5 | 8 |
| 1. II. *T* | 8 | *3 | 5 | 5 |

Die Zahlen des 25. I. und 30. I erscheinen auffallend hoch und könnten als Trionalwirkung angesehen werden, wenn nicht gerade der 1. II. mit der größten Gabe (1,0 g) wiederum die größte Gleichmäßigkeit im Festhalten eines Themas zeigte. Wir haben also kein Recht, diese Zahlen für mehr anzusehen als für Ergebnisse des Zufalls.

Die Resultate der Associationsreactionen sind nicht viel ergiebiger. Es wurde in der Weise experimentirt, dass der Reiz mit dem Lippenschlüssel gegeben wurde; die Antwort wurde in den Römer'schen »Schallschlüssel« gesprochen. Als Reizworte wurden nur 2silbige Substantiva verwendet; die Art der Association war bei allen folgenden Versuchen völlig freigelassen. In jeder Stunde von Abends $^1/_2$9—$^1/_2$12 Uhr wurde ein Versuch von 50 Reactionen gemacht, der etwa 15 Minuten in Anspruch nahm. Die Zwischenzeit wurde zum Theil mit den fortlaufenden Associationen, zum andern Theil mit einer möglichst indifferenten Thätigkeit ausgefüllt (Blättern in einer illustrirten Zeitschrift); es wurde dadurch vermieden, dass die Gedanken eine bestimmte Richtung einschlugen. Das Trional

wurde 15 Minuten vor dem 2. Versuch eingenommen. Tab. XXIX giebt in $\sigma$ die Stellungsmittel aus je 50 Reactionen wieder.

Tabelle XXIX.

| 24. I. *N* | 25. I. *T* 0,5 g | 30. I. *T* 0,5 g | 31. I. *N* | 1. II. *T* 1,0 g |
|---|---|---|---|---|
| 1368 | 1329 | 1222 | 1253 | 1163 |
| 1339 | *1339 | *1351 | 1236 | *1179 |
| 1301 | 1236 | 1345 | 1180 | 1376 |
| 1370 | 1255 | 1178 | 1262 | 1217 |

Die *N*-Tage zeigen einen auffälligen Unterschied: der zweite hat durchschnittlich um 100 $\sigma$ kürzere Zeiten als der erste. Um eine »associative Uebung«, wie bei der von Kraepelin sogenannten »Wiederholungsmethode«, kann es sich dabei nicht wohl handeln, weil bei uns alle Reizworte verschieden waren. Auch ein Wechsel der Reactionsart kann nicht vorliegen; die nicht sinngemäßen und die Klangassociationen, die etwa den Fehlreactionen bei den Wahlversuchen gleich zu rechnen wären, spielen der Zahl nach eine zu geringe Rolle und sind auch, wie sich nachweisen ließ, durchaus nicht immer die kürzesten Associationen. Die Gründe für diese auch sonst vielfach beobachtete Verschiedenheit entziehen sich also unserer Kenntniss. Constant scheint hier und auch in den späteren Versuchen vgl. Tab. XXXIV nur das Zunehmen der Zeiten am Schlusse jedes *N*-Tages zu sein: hier kann wohl Ermüdung als Ursache angesehen werden. Eine Aehnlichkeit unter einander weisen die beiden letzten *T*-Tage auf: erst Zunahme, dann Verkürzung der Zeiten. Doch können wir darin keine Trionalwirkung erblicken; dem widerspricht sowohl der Umstand, dass am 1. II. mit der größeren Gabe das erwähnte Verhalten undeutlicher ausgeprägt ist als am 30. I., als auch der 25. I., an dem sich ein 3maliger Wechsel zwischen Verlängerung und Verkürzung nachweisen lässt. Ebensowenig ergab sich eine Beeinflussung der Schwankungen durch das Trional: in Tab. XXX sind die Mittelzonen aus je 50 Reactionen berechnet.

Tabelle XXX.

| 24. I. *N* | 25. I. *T* | 30. I. *T* | 31. I. *N* | 1. II. *T* |
|---|---|---|---|---|
| 450 | 342 | 436 | 272 | 318 |
| 347 | *368 | *434 | 360 | *230 |
| 358 | 332 | 370 | 340 | 389 |
| 402 | 315 | 271 | 362 | 368 |

Die Uebereinstimmung der *N*-Tage ist sehr unvollkommen, und die Abweichungen der *T*-Tage von diesen sind zu gering oder zu unregelmäßig, um als Trionalwirkung angesprochen zu werden.

Als dritte und wichtigste Betrachtungsweise der Associationen kommt ihre qualitative Eintheilung in Frage. Wir hielten uns dabei im allgemeinen an das von Aschaffenburg[1]) angegebene Verfahren, welches in den meisten Fällen für unsere Zwecke ausreichte. Tab. XXXI giebt an, wieviel Procent aller Associationen jeder Gruppe angehören; zur besseren Uebersicht sind darin die 3 letzten Versuche jedes Tages zu einem Mittel (b) zusammengefasst und dem 1. Versuche des Tages (a) gegenübergestellt worden.

Innerhalb der einzelnen Gruppen sind zu viele unregelmäßige Schwankungen, um einen bestimmten Gesichtspunkt aufstellen zu lassen; wichtiger ist das Verhältniss der inneren zu den äußeren sowie die Zahl der Klangassociationen. Es zeigt sich, dass an den *N*-Tagen im ganzen die inneren Associationen ein wenig überwiegen, an den *T*-Tagen die äußeren; die Unterschiede sind zwar nicht bedeutend, aber doch constant. Das geringe Vorwalten der inneren Associationen müssen wir als eine persönliche Eigenthümlichkeit ansehen; nach einer Angabe Aschaffenburg's[2]) sind in den meisten Fällen die äußeren etwas häufiger. Die Bemerkung an derselben Stelle, dass dieselben im allgemeinen auch kürzere Zeit dauern, scheint darauf hinzuweisen, dass der Denkact, der sie zu Stande bringt, weniger Schwierigkeiten bereitet, dass sie gewissermaßen die

1) Psycholog. Arbeiten. I. S. 298.
2) Psycholog. Arbeiten. I. S. 295.

Tabelle XXXI.

| % | 24. I. *N* | | 25. I. *T* 0,5 g | | 30. I. *T* 0,5 g | | 31. I. *N* | | 1. II. *T* 1,0 g | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | a. | b. | a. | b. | a. | b. | a. | b. | a. | b. |
| Co- u. Subordination | 24 | 39 | 40 | 30 | 24 | 29 | 32 | 35 | 28 | 23 |
| prädicativ | 20 | 13 | 12 | 11 | 8 | 5 | 8 | 10 | 18 | 17 |
| Causalabhängigkeit | — | 2 | — | 2 | — | 3 | — | — | — | 2 |
| Innere | 44 | 53 | 52 | 41 | 42 | 35 | 40 | 44 | 46 | 41 |
| Coexistenz | 6 | 14 | 22 | 13 | 14 | 12 | 16 | 14 | 10 | 14 |
| Identität | 28 | 17 | 12 | 21 | 18 | 17 | 16 | 8 | 24 | 17 |
| sprachl. Reminisc. | 7 | 10 | 6 | 10 | 16 | 13 | 16 | 15 | 12 | 17 |
| Aeußere | 41 | 35 | 40 | 45 | 48 | 42 | 48 | 37 | 46 | 43 |
| Klang | 4 | 8 | — | 10 | — | 19 | 4 | 10 | 8 | 15 |
| Wiederholung | — | — | — | — | 2 | 3 | — | 5 | — | 2 |
| paraphasisch | — | — | 2 | 3 | — | 6 | 2 | 2 | — | 6 |
| mittelbar | 4 | 8 | 4 | 4 | 4 | 4 | 6 | 8 | — | 2 |

bequemeren sind. Es ist daher wohl denkbar, dass der Experimentirende auf eine Erschwerung der Versuchsbedingungen durch den Uebergang zur leichteren Association antwortet, oder aber er löst die Aufgabe unvollkommener, wofür die Vermehrung der Klangassociationen sprechen würde. Diese sind zwar auch an den *N*-Tagen ziemlich zahlreich, wofür wohl die späte Abendstunde verantwortlich zu machen ist; eine gewisse Zunahme derselben an den *T*-Tagen ist aber unverkennbar. Nun weisen die Aschaffenburg'schen Untersuchungen darauf hin, dass die Klangassociationen am wenigsten Denkarbeit erfordern; sie nähern sich am meisten der Wortreaction. Dem widerspricht nicht die Thatsache, dass sie bei uns im Durchschnitt durchaus nicht kürzere Zeiten aufweisen als andere Associationen. Eine etwa vorhandene Verkürzung der eigentlichen Associationszeit könnte unter Umständen durch eine Erschwerung der

Auffassung verdeckt werden. Der Ausfall der Leseversuche legt diese Annahme sogar nahe. Wenn wir aber auch in der Tab. XXXI eine gewisse Trionalwirkung erkennen, so ist es doch unwahrscheinlich, dass der associative Vorgang selbst dabei betroffen ist. Derselbe lässt sich in 3 Hauptabschnitte zerlegen: die Auffassung des Reizwortes, die Verknüpfung mit einer anderen Vorstellung und das Aussprechen derselben. Da wir nun aus früheren Versuchen wissen, dass der erste dieser Theile sicher und der letzte vielleicht beeinflusst wird, so genügt dies völlig, um die geringen Ausschläge bei den Associationsversuchen zu erklären; wäre auch noch der mittlere Theil, der eigentliche associative Act, erschwert worden, so müssten wir größere Differenzen in der Tab. XXIX und XXXI erwarten.

Um diesen zweifelhaften Ausfall der Versuche nachzuprüfen, wurden zunächst Controlversuche derart angestellt, dass 3 Herren Associationsreactionen ausführten, aber ohne Zeitmessungen. Herr Dr. med. Weygandt, cand. med. Manz und mein Bruder cand. phil. Erich Haenel stellten sich mir liebenswürdiger Weise dazu zur Verfügung. Es kam hauptsächlich darauf an, zu sehen, ob die Vermehrung der äußeren und Klangassociationen wirklich als Trionalwirkung aufzufassen sei, oder ob andere Ursachen dabei mit im Spiele waren. Die Versuche fielen in die Zeit von 8—½12 Uhr Abends; die Pausen betrugen jedesmal ½ Stunde; das Trional wurde 20 Minuten vor dem 2. Versuche genommen. Die Resultate giebt Tab. XXXII.

Tabelle XXXII.

| | | 20. II. 96 *N* | | | | | | | 21. II. 96 *T* 1,0 g | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| W. | Innere | 48 | 42 | 44 | 50 | 52 | 66 | 66 | 40 | *54 | 52 | 66 | 68 | 64 | 66 |
| | Aeußere | 20 | 34 | 48 | 42 | 46 | 24 | 28 | 56 | 44 | 48 | 34 | 32 | 36 | 34 |
| | Klang | 32 | 34 | 8 | 8 | 2 | 10 | 6 | 4 | 2 | — | — | — | — | — |
| M. | Innere | 68 | 58 | 50 | 68 | 40 | 56 | 62 | 40 | *46 | 54 | 54 | 58 | 50 | 54 |
| | Aeußere | 30 | 38 | 48 | 28 | 56 | 40 | 38 | 60 | 54 | 46 | 46 | 42 | 50 | 46 |
| | Klang | 2 | 4 | 2 | — | 4 | 4 | — | — | — | 2 | — | — | — | — |
| H. | Innere | 56 | 52 | 44 | 52 | 52 | 42 | 20 | 30 | *42 | 38 | 50 | 38 | 44 | 38 |
| | Aeußere | 34 | 44 | 52 | 46 | 46 | 52 | 34 | 66 | 56 | 54 | 38 | 62 | 46 | 56 |
| | Klang | 10 | 4 | 4 | 2 | 2 | 6 | 46 | 4 | 2 | 8 | 12 | — | 10 | 6 |

Die Tabelle ist in mehr als einer Hinsicht interessant. Vorerst fordern die auffallend zahlreichen Klangassociationen bei W. zu Beginn des 20. H. eine Erklärung. Wir finden diese in der Notiz des Protokolls: »abgespannt und sehr gereizter Stimmung«. Der letztere Affect war auch objectiv deutlich bemerkbar. Wir sehen nun, dass W. unter diesen Verhältnissen sich verhielt wie ein stark Ermüdeter oder auch ein Manischer. Offenbar sind seine Gedanken zu Beginn des Versuchs lebhaft mit den Dingen beschäftigt, die seine Stimmung so stark beeinflusst haben. Die sinngemäße Auffassung des Reizwortes ist durch diese Ablenkung der Aufmerksamkeit erschwert, und die Reaction geschieht deshalb nicht auf den unvollkommen aufgefassten Sinn, sondern nur auf den Reiz im allgemeinen. Da zudem der Affect augenscheinlich mit einer erhöhten motorischen Erregbarkeit einherging, so waren die Bedingungen zur Entstehung von Klangassociationen vollauf gegeben. Wir können nun in der Tab. XXXII das allmähliche Abklingen der ärgerlichen Verstimmung bei W. an der Hand der Klangassociationen gut verfolgen; am Schlusse spielt vielleicht eine Zunahme der Ermüdung hinein. Am 7-Tage wird die schon von vornherein unerhebliche Zahl der Klangassociationen nach dem Trional noch niedriger. Dasselbe Verhalten zeigt M., bei dem sie überhaupt eine sehr geringe Rolle spielen: weder die Ermüdung der späten Stunde, noch Trional bewirken darin eine Aenderung. Anders bei H.: bei demselben liegt von vornherein eine größere Neigung zu Klangassociationen vor, ohne dass, wie bei W., ein bestimmter Grund dafür anzugeben wäre. Die Zahlen stimmen ungefähr mit denen in Tab. XXXI überein. Ebenso wie dort ist eine gewisse Zunahme derselben unter Trionaleinfluss nicht zu leugnen. Der abnorm hohe letzte Werth des *N*-Tages scheint darauf hinzudeuten, dass die Ermüdung der Versuchsperson um $^1/_2$12 Uhr eine nicht unbeträchtliche gewesen ist. Das Verhältniss der äußeren zu den inneren Associationen zeigt bei W. und M. keinerlei Veränderung. Bei H. ist es überhaupt ein sehr wechselndes.

Die Trionalwirkung können wir also nach den bisherigen Ergebnissen dahin umgrenzen, dass in Fällen, wo Neigung zu Klangassociationen vorhanden ist, dieselbe etwas gesteigert wird, dass aber Klangassociationen ohne diese Voraussetzung nicht direct hervorgerufen werden. Um die Richtigkeit dieses Satzes auch an mir selbst

zu prüfen, suchte ich einen Zustand auf, in welchem meine Neigung zu Klangassociationen voraussichtlich klein oder = 0 sein würde. Dieser Forderung entsprach der Morgen und Vormittag, da ich annehmen konnte, dass in den ersten Versuchen jene Associationen zum größten Theil hervorgerufen worden waren durch die Ermüdung in der späten Stunde. Ich führte also eine Versuchsreihe aus in den Vormittagsstunden von $^1/_4 9$—$^1/_4 12$ Uhr, täglich 4 Versuche mit $^3/_4$stündigen Pausen. Da dieselben in die ersten Tage des Semesters fielen und ich aus den Ferien in sehr gutem Ernährungszustande wiedergekommen war, so war die Disposition die denkbar günstigste. Das Ergebniss zeigt Tab. XXXIII; sie ist nach denselben Grundsätzen aufgestellt wie Tab. XXXI.

Tabelle XXXIII.

| % | 22. IV. *N* | | 23. IV. *T* 1,0 g | | 24. IV. *N* | | 25. IV. *T* 1,0 g | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Co- u. Subordination | 14 | 25 | 32 | 22 | 22 | 21 | 28 | 28 |
| prädicativ | 4 | 19 | 10 | 7 | 10 | 9 | 8 | 7 |
| Innere | 18 | 44 | 42 | 29 | 32 | 30 | 36 | 35 |
| Coexistenz | 14 | 11 | 12 | 12 | 14 | 16 | 18 | 10 |
| Identität | 10 | 8 | 10 | 6 | 6 | 9 | 6 | 5 |
| sprachl. Reminiscenz | 8 | 9 | 4 | 15 | 18 | 13 | 10 | 14 |
| Aeußere | 32 | 28 | 26 | 33 | 38 | 38 | 34 | 29 |
| Klang | 2 | 4 | — | 7 | 2 | 2 | 4 | 2 |
| Wiederholungen | 46 | 21 | 28 | 32 | 26 | 25 | 22 | 31 |
| mittelbar | — | 4 | — | 2 | 2 | 4 | — | 2 |

Einer Erläuterung bedarf hier zuerst die Rubrik der »Wiederholungen«. Mit den 1000 Associationen, die wir im Januar ausgeführt hatten, war die Zahl der brauchbaren 2-silbigen Reizworte ziemlich erschöpft. Da wir zu der 4-tägigen Reihe noch 800 neue Reizworte zu finden nicht hoffen konnten, so wurden die alten wieder

benutzt, unter der Annahme, dass nach 11 Wochen die alten Antworten meist vergessen sein würden. Um dies möglichst vollkommen zu erreichen, beschäftigte ich mich in den Ferien weder durch Ordnen und Ausrechnen noch sonstwie mit den Januarversuchen. Trotz der ziemlich langen Pause stellten sich nun aber bei den neuen Versuchen eine ganze Anzahl der alten Associationen fast zwangsmäßig wieder ein, obgleich ich mir Mühe gab, möglichst wenig an die Antworten von damals zu denken. Die Menge derselben schwankte zwischen 12 und 40 %. Es stimmt dies Resultat mit dem von Kraepelin bei einer andern Gelegenheit[1] erhaltenen gut überein. Was die Zeitdauer dieser Associationen betrifft, so fand sich durch gesonderte Berechnung, dass dieselben durchaus nicht, wie man erwarten sollte, immer kürzer waren als in der ersten Versuchsperiode, sondern zum großen Theil sogar länger. Von Wichtigkeit ist der Umstand, dass die Zahl der Wiederholungen an *N*- und *T*-Tagen fast dieselbe ist (im Durchschnitt: *N*-Tage 25 %, *T*-Tage 28,5 %); wir sind also sicher, dass der Versuch durch die Reminiscenzen nicht unbrauchbar geworden ist. Wenn auch bei der Berechnung der Associationszeiten in diesen Wiederholungen eine Fehlerquelle liegt, so ist dieselbe doch an *N*- und *T*-Tagen die gleiche.

Hinsichtlich der übrigen Qualitäten sehen wir, dass in Bezug auf die äußeren und inneren Associationen das oben Gesagte der Einschränkung bedarf. Die Umkehrung des Verhältnisses beider tritt hier auch am 24. IV., einem *N*-Tage, auf, während der letzte *T*-Tag das Verhalten aufweist, das wir oben bei den *N*-Tagen fanden. Dadurch wird die dort vermuthete Trionalwirkung sehr zweifelhaft. In Bezug auf die Klangassociationen schließt sich die Tab. XXXIII ungefähr der Versuchsperson M. (Tab. XXXII) an: an *N*- wie an *T*-Tagen erhebt sich die Zahl derselben nicht wesentlich über die Norm.

Ueber die mittlere Dauer und die Schwankungen der Associationszeiten giebt Tab. XXXIV Auskunft.

1) Kraepelin, Experimentelle Studien über Associationen. Amtl. Bericht der 56. Versammlung Deutscher Naturf. u. Aerzte in Freiburg 1883.

Tabelle XXXIV.

| | 22. IV. *N* | | | | 23. IV. *T* 1,0 g | | | | 24. IV. *N* | | | | 25. IV. *T* 1,0 g | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dauer | 1230 | 1324 | 1264 | 1360 | 1274 | *1317 | 1212 | 1302 | 1152 | 1235 | 1261 | 1371 | 1339 | *1321 | 1327 | 1322 |
| Mittelzone | 338 | 269 | 305 | 214 | 315 | 261 | 251 | 297 | 200 | 226 | 336 | 357 | 284 | 288 | 272 | 223 |

Die Zahlen sind durch Berechnung der Stellungsmittel aus je 50 Reactionen gewonnen. Die Tabelle lehrt uns dasselbe wie Tab. XXIX und XXX, d. h. gar nichts. Weder stimmen die beiden *N*-Tage unter einander überein, noch ist eine Regelmäßigkeit im Verhalten der *T*-Tage zu entdecken. Die Mittelzonen scheinen von der Länge der Reactionszeiten vollständig unabhängig zu sein.

Das Ergebniss der Associationsversuche müssen wir also als ein negatives bezeichnen. Die geringen Ausschläge, die sich hier und da ergeben haben, sind genügend durch die Annahme erklärt, dass auch bei diesen Versuchen eine gewisse Erschwerung der Auffassung unter Trionalwirkung eingetreten ist.

## X. Wahlreactionen nach körperlicher Arbeit.

Nachdem wir durch die beschriebenen Versuche ein ziemlich umfassendes Bild der Trionalwirkung auf unser Seelenleben erhalten haben, erschien es nicht ohne Werth, unsere Untersuchungen auch auf künstliche Veränderungen des psychischen Zustandes auszudehnen. Namentlich kam es uns darauf an, den Einfluss des Trionals auf Erregungszustände festzustellen. Wir wählten daher zunächst den von Bettmann durch körperliche Arbeit erzeugten Zustand. Zu diesem Zwecke wurde an eine Controlreihe von 100 Wahlreactionen unmittelbar ein zweistündiger schneller Marsch in der Ebene angeschlossen. Sofort nach der Rückkehr wurden 50 Reactionen ausgeführt, um die Wirkung des Marsches festzustellen, sodann aber 1,0 g Trional genommen. Es folgten nach 5 Minuten 50, nach 30 Minuten noch 100 Wahlreactionen. An den *N*-Tagen trank die Versuchsperson statt des Trionals 4 Glas Wasser wie an den *T*-Tagen. Wir gingen dabei von der Erwägung aus, dass möglicher Weise der

»Bettmann'sche Zustand« durch eine Anhäufung von bestimmten Umsetzungsproducten im Organismus bedingt sein könne; ein Ausschlag des Experiments an den *T*-Tagen könnte dann vielleicht nur durch das Lösungswasser und nicht durch das Mittel selbst bedingt sein. Die Beobachtung der Marschwirkung erstreckte sich bei unserer Versuchsanordnung auf 50 Minuten; dass die Wirkung, wenn sie überhaupt nachweisbar war, auch so lange dauern würde, glaubten wir aus einigen Beobachtungen Bettmann's[1]) folgern zu dürfen. In Tab. XXXV sind die Reactionszeiten (Stellungsmittel aus je 50 Reactionen) sowie die Fehlreactionen in Procent wiedergegeben.

Tabelle XXXV.

| σ | | | Marsch | Wasser | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6. V. *N* | 448 | 485 | 442 | 466 | 457 | 475 |
| 7. V. *T* 1,0 g | 455 | 512 | 436 | *484 | 454 | 452 |
| 8. V. *N* | 428 | 406 | 386 | 365 | 393 | 427 |
| 9. V. *T* 1,0 g | 411 | 410 | 392 | *485 | 514 | 706 |
| % | | | Fehlreactionen | | | |
| 6. V. *N* | 8 | 14 | 22 | 10 | 16 | 18 |
| 7. V. *T* | 10 | 12 | 16 | *8 | 8 | 6 |
| 8. V. *N* | 8 | 10 | 12 | 14 | 10 | 12 |
| 9. V. *T* | 14 | 16 | 18 | *6 | 8 | 8 |

Die Tabelle ist zunächst eine Bestätigung der Bettmann'schen Ergebnisse: Wir sehen, dass nach dem Marsche die Zeiten sich unter Vermehrung der bei mir ohnehin ziemlich zahlreichen Fehlreactionen verkürzen. An den *N*-Tagen hat sich diese Verkürzung während der letzten 50 Reactionen wieder ausgeglichen, während die Vermehrung der Fehlreactionen bis zum Schlusse andauert. Auch dies Verhalten stimmt mit Bettmann's Resultat überein; er konnte ebenfalls die

1. Psycholog. Arbeiten. I. S. 169.

motorische Erregung länger an den Fehlreactionen als an den Wahlzeiten nachweisen. Auch in Bezug auf die Trionalwirkung haben sich die Fehlreactionen als das empfindlichere Reagens erwiesen: die Abnahme der Werthe nach Trional ist beträchtlich und dauert bis zum Schlusse des Versuchs an. Dass auch am ersten *N*-Tage die Fehlreactionen nach dem Wassertrinken abnehmen, könnte man nach der oben erwähnten Vermuthung vielleicht eben diesem Wasser zuschreiben, wenn nicht der andere *N*-Tag das entgegengesetzte Verhalten zeigte. Bei Betrachtung der Reactionszeiten bemerken wir, dass die beiden ersten Tage einander ziemlich entsprechen: Deutliche Verkürzung nach der körperlichen Arbeit, allmählicher Ausgleich im weiteren Versuch. Immerhin fällt am *T*-Tag der ziemlich beträchtliche Unterschied zwischen der 1. und 2. Leistung nach dem Marsche auf. Weit mehr springt dies noch in die Augen beim Vergleiche der beiden letzten Tage: am *N*-Tage fortdauernde Verkürzung der Zeiten bis 40 Minuten nach dem Marsche, am *T*-Tage bedeutende Verlängerung sowohl gegenüber der Leistung nach als auch vor dem Marsche. Die Mittelzonen zeigten keinerlei Gesetzmäßigkeit, so dass wir uns ihre Wiedergabe hier sparen können.

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe entsprechen also vollständig dem, was wir nach unseren bisherigen Erfahrungen über Trionalwirkung erwarten konnten. Die früheren Wahlreactionen hatten die verlangsamende Wirkung des Trionals auf die Wahlreactionen wie die Verminderung der Fehlreactionen dargethan, und dies hat sich bei dem hier erzeugten künstlichen Erregungszustande nach körperlicher Arbeit bestätigt. Immerhin liegt gerade in dieser so vollkommenen Uebereinstimmung des erhaltenen mit dem erwarteten Ergebnisse ein Grund zum Verdacht. Soviel man sich auch bemüht, beim Versuche vollständig Object zu sein, so ist es doch nicht zu vermeiden, dass man sich ein ungefähres Bild von dem Ausfall des Versuchs schon vorher macht, wenn man sich längere Zeit mit derselben Frage beschäftigt hat. Nun weiß freilich Niemand, wie weit eine derartige Voreingenommenheit das Ergebniss beeinflussen kann, aber im allgemeinen wird die Macht derselben gewiss unterschätzt. Und wenn es auch oft genug zum lebhaften Missvergnügen des Experimentirenden vorkam, dass die Erwartungen vollständig getäuscht wurden, so ist doch andererseits nicht zu leugnen, dass die Brauch-

barkeit einer Versuchsperson abnimmt, je mehr sie mit den früheren Ergebnissen der Arbeit vertraut ist. Das beste ist es daher, jede Berechnung und Verarbeitung der Zahlen bis nach Beendigung aller Versuche zu verschieben, wie es ja einige Untersucher auch gethan haben. Bei uns war dies nicht überall durchführbar. Verschiedene Male wurde eine Versuchsreihe durch den Ausfall der vorhergehenden erst bestimmt; es galt, in ihr Fehler zu vermeiden, die sich erst durch die Berechnung herausstellten; die früheren Ergebnisse lenkten erst den Blick auf ein neues Verfahren hin oder deckten neue Fragen auf.

Um jedoch dem angeführten Einwande zu begegnen, suchten wir eine Versuchsperson, die mit der größtmöglichen Unbefangenheit an das Experiment ging, die namentlich auch von den Bettmann'schen Versuchen, von der Bedeutung der Fehlreactionen u. s. w. nichts wusste. Ein jüngerer College, stud. med. Arthur Brückner, stellte sich mir in dankenswerther Weise für diesen Zweck zur Verfügung. Die Versuchsanordnung wurde in einigen Punkten etwas geändert. Da ich, der Registrirende, auf den Lippenschlüssel nicht eingeübt war, bedienten wir uns zur Reizgebung des Römer'schen Plattenapparats. Die umständlichere Bedienung desselben bedingte etwas längere Pausen zwischen den einzelnen Reactionen, sodass, um den Versuch nicht zu lange auszudehnen, nur 150 Wahlreactionen an jedem Abend gemacht wurden. Ferner wurde das Mittel schon eine Viertelstunde vor der Rückkehr eingenommen, um die motorische Erregung womöglich gar nicht erst zur Entwicklung kommen zu lassen. Auch jetzt wurde an den *N*-Tagen die gleiche Menge Wasser zur selben Zeit getrunken wie an den *T*-Tagen. Die durch den Marsch ausgefüllte Pause zwischen der 1. und 2. Versuchsgruppe betrug 2 Stunden, zwischen der 2. und 3. eine Viertelstunde, sodass, da 50 Reactionen jedesmal 15 Minuten dauerten, das Ende des Versuchs gerade 1 Stunde nach dem Einnehmen fiel. Die Reactionszeiten Stellungsmittel giebt Tab. XXXVI wieder.

Eine Tabelle über Fehlreactionen lässt sich nicht aufstellen, und zwar deswegen nicht, weil die Versuchsperson vor wie nach dem Marsche, mit und ohne Trional so gut wie keine Fehlreactionen aufzuweisen hatte. In den 600 ausgeführten Versuchen kamen im ganzen 7 Fehlreactionen vor, die sich gleichmäßig über die einzelnen Versuche vertheilten. Es ist dies ein sehr auffallendes Verhalten, um so mehr,

Tabelle XXXVI.

| $\sigma$ | | Marsch | |
|---|---|---|---|
| 19. V. *N* | 453 | 422 | 413 |
| 20. V. *T* 1,0 g | 397 | *409 | 401 |
| 9. VI. *N* | 385 | 371 | 361 |
| 10. VI. *T* 1,0 g | 374 | *374 | 362 |

als Bettmann in den Fehlreactionen ein Merkmal für die motorische Erregung nach körperlicher Arbeit gefunden hat, das am wenigsten im Stiche zu lassen pflegte. Woher dieses abweichende Verhalten rührt, lässt sich nach den wenigen Versuchen, die vorliegen, nicht bestimmen. Das langsame Arbeiten mit dem Plattenapparat könnte man versucht sein, zur Erklärung heranzuziehen, doch hatte das gleiche Verfahren bei mir in den Decemberversuchen ziemlich viele Fehlreactionen erzeugt. Wir müssen uns also mit der Annahme begnügen, dass wir es dabei mit einer persönlichen Eigenart zu thun haben: so gut wie bei mir die Neigung zu Fehlreactionen entschieden ungewöhnlich groß ist, ist sie bei B. fast auf Null herabgesetzt, ohne dass jedoch seine Reactionszeiten länger wären als die meinigen. Einige Erfahrungen anderer Untersucher lehren, dass das abweichende Verhalten B.'s nicht vereinzelt dasteht. Die Zeiten zeigen in den *N*-Viertelstunden eine vom ersten bis zum letzten Tage gleichmäßig fortschreitende Verkürzung, die vielleicht als Uebungswirkung anzusehen ist. Die Verkürzung nach dem Marsche erfolgt auch hier an den *N*-Tagen prompt, doch ist der Ausschlag ein kleinerer als bei mir und bei Bettmann. B.'s Reactionsweise ist also eine außerordentlich gleichmäßige und sichere.

Was die Trionalwirkung anbelangt, so können aus dem erwähnten Grunde die sonst so wichtigen Fehlreactionen hier nicht in Betracht kommen. Dagegen zeigen die Zeiten ein typisches Verhalten: statt des Abfalls nach dem Marsche tritt unter dem Einflusse des Trionals eine Zunahme oder ein Stillstand der Zahlen ein, dem erst zum Schluss ein geringer Abfall folgt. Entsprechend der Geringfügigkeit der Schwankungen überhaupt sind auch diese Ausschläge nicht sehr

groß; weil sie aber im Gegensatze zu den *N*-Tagen stehen und an beiden *T*-Tagen gleichmäßig und in demselben Sinne aufgetreten sind, so sind wir vielleicht berechtigt, dennoch eine Trionalwirkung in ihnen zu sehen. Und da dies Ergebniss mit demjenigen der Tab. XXXV in den Grundzügen übereinstimmt, so gewinnen die dort gezogenen Schlüsse eine neue Stütze. Die Betrachtung der Mittelzonen ergab auch bei diesen Versuchen keine Besonderheiten; entsprechend der gleichmäßigeren Reactionsweise waren sie im allgemeinen etwas kleiner als bei mir, ohne durch Trional eine erkennbare Aenderung zu erfahren.

## XI. Zusammenfassung und Deutung der Ergebnisse.

Ein Rückblick auf die ganze Reihe der von uns ausgeführten Versuche lehrt uns, dass eine deutliche Trionalwirkung nur auf ganz bestimmten Gebieten unseres Seelenlebens erkennbar gewesen ist. Am auffallendsten fanden wir den Ausschlag bei den Leseversuchen am Kymographion, bei denen unter dem Einflusse des Trionals die Fehler und Auslassungen sich stark vermehrten; die Gruppe der sinnlosen Wörter zeigte eine Vermehrung geringeren Grades; die Verbesserungen wurden im Gegentheil seltener. Die den Leseversuchen am nächsten stehenden Auffassungsversuche ergaben eine geringfügige Verminderung der gelesenen Ziffern, dagegen eine deutliche Vermehrung der Verkennungen. Auch die Wahlreactionen haben ein positives Ergebniss geliefert; dasselbe konnten wir dahin feststellen, dass die Wahlzeiten länger und die Mittelzonen umfangreicher wurden, während die Fehlreactionen sich verminderten. Dieselben Erscheinungen beobachteten wir, als wir die Wahlreactionen in einem durch körperliche Arbeit veränderten Zustande ausführten. Die fortlaufenden Arbeiten zeigten sich alle drei gegen Trional empfindlich: Addiren und Schreiben wurde verlangsamt; beim Lernen wurde der Lernwerth jeder einzelnen Wiederholung sowie die Gesammtleistung herabgesetzt, während die Wiederholungsgeschwindigkeit unverändert blieb. Keine Wirkung zeigte das Trional bei den Ergographen- und Associationsversuchen. Bei den letzteren wurden weder die Reactionszeiten selbst noch ihre Schwankungen verändert, noch auch ließ sich bei den einzelnen Arten von Associationen ein zweifelloser Einfluss auf die Häufigkeit

ihres Auftretens erkennen. Nur die Klangassociationen schienen sich in einigen Versuchen nach dem Trional etwas zu vermehren, doch geschah das nur dann, wenn wir aus anderen Erscheinungen von vornherein auf das Vorhandensein einer Ermüdung schließen konnten. Dazu kommt als unbeeinflusst, wie schon erwähnt, die Wiederholungsgeschwindigkeit beim Lernen.

Suchen wir für diese Ergebnisse gemeinsame Gesichtspunkte aufzufinden, so kommen wir zunächst zu dem Schlusse, dass die eigentliche Muskelarbeit und ebenso der Ablauf der Vorstellungsverbindungen dem Einflusse des Trionals entzogen sind. Was ist nun aber das Gemeinsame bei den Versuchen mit positivem Ergebnisse? Die Leseversuche leiten uns auf den richtigen Weg. Wir erkennen, dass bei allen hier in Betracht kommenden Versuchen, mit Ausnahme der Schreibversuche, der Auffassung eine mehr oder weniger bedeutende Rolle zufällt. Nehmen wir vorerst an, dass diese allein erschwert wird, so sehen wir, dass dadurch die Vermehrung der Auslassungen und Fehler bei den Leseversuchen und die Verminderung der richtig erkannten Ziffern bei den Auffassungsversuchen genügend erklärt sind. Aber auch die Verlangsamung der Additionen würde durch diese Annahme verständlich werden. Allerdings müsste man wohl zunächst an eine Erschwerung des associativen Theils der Aufgabe denken. Wir würden jedoch alsdann erwarten müssen, dass sich auch bei den Associationsversuchen ein erschwerender Einfluss des Trionals geltend machen müsste. Da das nicht der Fall war, werden wir mit großer Wahrscheinlichkeit die Störung bei den Additionsversuchen eben nicht auf den Associationsvorgang zurückführen dürfen; es müsste denn sein, dass die eingelernten Associationen des Rechnens wesentlich anders beeinflusst würden als andere Vorstellungsverbindungen. Zu einer derartigen Annahme werden wir jedoch kaum greifen; haben wir doch im Auffinden der Summe zweier Zahlen nur eine eindeutig bestimmte Association im Sinne Wundt's[1] vor uns. Ueberdies giebt uns der Ausfall der Lese- und Auffassungsversuche in der Erschwerung der Auffassung optischer Reize durch Trional eine anderweitige, vollkommen befriedigende Erklärung für

1) Wundt, Grundzüge der physiologischen Psychologie. Leipzig 1894. II. S. 376.

die Störung der Rechenarbeit an die Hand. Wie groß der Einfluss ist, welcher der Auffassung beim Addiren zukommt, kam mir schon während der Arbeit deutlich zum Bewusstsein. Es ereignete sich bei Ermüdung und besonders unter Trionaleinfluss häufig, dass ich eine Ziffer secundenlang betrachtete, ohne mehr als die äußere Form und höchstens die Sprachvorstellung dazu zu erfassen. Wenn dann mit einer fühlbaren Anstrengung in der Ziffer die Zahl erkannt und der Einheitswerth derselben richtig aufgefasst war, so wurde auch die Addition mit großer Schnelligkeit und fast mühelos vollzogen. Eine Gewähr für die Richtigkeit dieser subjectiven Beobachtung haben wir jetzt nachträglich in der Erkenntniss gewonnen, dass der associative Vorgang selbst dem Einflusse des Trionals entzogen zu sein scheint.

Vielleicht ist eine ähnliche Erklärung auch für den Ausfall der Lernversuche verwerthbar. Der Lernwerth jeder Wiederholung wird ohne Zweifel durch die Nachhaltigkeit und Stärke des aufgefassten Eindruckes wesentlich beeinflusst. Jedes Einprägungsverfahren sucht daher vor allem die Auffassung des Lernstoffes möglichst zu unterstützen. Ob dieser Stoff selbst die Gestalt von Gesichtseindrücken oder von motorischen Sprachvorstellungen besitzt, dürfte in dieser Beziehung weniger wesentlich sein. Wenn daher das Trional die Einprägung der Eindrücke selbst erschwert, so werden wir begreifen können, dass auch das Haften derselben im Gedächtnisse leiden muss, selbst wenn das Lernverfahren schließlich hauptsächlich die motorischen Sprachvorstellungen bevorzugt. Endlich würde auch die Verlängerung der Wahlreactionen durch eine Erschwerung des Auffassungsvorganges begreiflich werden. Haben doch die Erfahrungen über Alkoholwirkung gezeigt, dass die Wahlreactionen eben wegen der Erschwerung der Auffassung selbst dann verlängert sein können, wenn die Auslösung der Bewegung ohne Zweifel erleichtert ist.

Dagegen ist die Auffassungsstörung nicht im Stande, uns eine Erklärung für die Erfahrung zu liefern, dass die Fehlreactionen sich unter der Trionalwirkung vermindern. Um diese Thatsache zu verstehen, müssen wir uns an den Ausfall der Schreibversuche erinnern, bei denen es sich ausschließlich um die Ausführung einer coordinirten Bewegung handelte. Hier spielen keinerlei Auffassungsvorgänge mehr eine Rolle, und auch die vorbereitenden Associationen sind so einfacher Natur, dass sie den zeitlichen Ablauf des Versuchs schlechterdings nicht

beeinflussen konnten. Trotzdem sehen wir unter dem Einflusse des Trionals hier eine deutliche Erschwerung eintreten. Dass der rein mechanische Theil der Bewegung dabei unbeeinflusst bleibt, hat der Ausfall der Ergographenversuche gelehrt; es bleibt uns also nur die Annahme einer Erschwerung der centralen Auslösung coordinirter Bewegungen durch das Trional. Mit dieser Annahme findet ein weiterer Theil unserer Ergebnisse leicht seine Deutung. Die Verminderung der Fehlreactionen lässt sich jetzt ohne weiteres verstehen. Da dieselben, wie wir wissen, durch eine Steigerung der centralen motorischen Erregbarkeit entstehen, so muss umgekehrt die Herabsetzung dieser letzteren ihre Zahl vermindern. Die Neigung zu Fehlreactionen war bei mir von vornherein vorhanden und wurde bei den Marschversuchen noch künstlich gesteigert. Ueberall wirkte daher das Trional dieser Neigung entgegen, während es bei Brückner, der kaum Fehlreactionen aufwies, keinen erkennbaren Einfluss ausübte. Haben wir nun bei den Schreib- und Reactionsbewegungen eine Erschwerung der Auslösung gefunden, so müssen wir folgerichtig auch bei den Sprachbewegungen eine solche annehmen; damit haben wir den Schlüssel für die Verminderung der Verbesserungen beim Lesen und die im Verhältniss zu den übrigen Fehlern geringe Vermehrung der sinnlosen Worte. Die letzteren kamen, wie wir gesehen haben, zum Theil durch vorzeitiges Aussprechen zu Stande; wird die Neigung dazu verringert, so wird nur noch die andere Ursache ihrer Entstehung, die äußerst mangelhafte Auffassung wirksam bleiben. Dadurch dürfte es sich erklären, dass sie trotz der Verlangsamung der psychomotorischen Reaction nicht ab-, sondern in geringem Maße zunehmen.

Auch die Verbesserungen beruhen zum Theil auf vorzeitigem und darum falschem Aussprechen, welches sofort als unrichtig erkannt und demgemäß verbessert wurde. Je geringer die Neigung zu solchen vorzeitigen Reactionen war, desto seltener musste auch diese Art von Verbesserungen vorkommen. Ueberdies erforderte die wirkliche Ausführung einer Verbesserung bei der starken Spannung der Aufmerksamkeit und dem raschen, gleichmäßigen Zeitmaße des Sprechens immer eine ziemlich kräftige Willensanstrengung. Jeder Clavierspieler weiß, mit welchen Schwierigkeiten es verbunden ist, beim Spielen vom Blatt auf eine Frage nur ein einfaches Ja oder Nein zu antworten. Auch diese Schwierigkeit kann bei der erschwerten

Auslösung von Sprachbewegungen zu einer Verminderung der Verbesserungen beigetragen haben. Endlich ist auch die aus Tab. XXII ersichtliche Thatsache, dass die Auslassungen sich stärker vermehrt haben als die Fehler, vielleicht geradezu auf die Erschwerung der sprachlichen Aeußerungen zu beziehen.

In einem gewissen Widerspruche mit allen diesen Ausführungen scheint jedoch zunächst die Thatsache zu stehen, dass bei den Lernversuchen die Wiederholungsgeschwindigkeit überall unverändert blieb. Wenn wirklich das Trional eine Erschwerung der psychomotorischen Auslösung mit sich bringt, so hätte man, wie es scheint, auch eine Abnahme der Wiederholungsgeschwindigkeit unter seinem Einflusse erwarten sollen. Indessen bei genauerer Betrachtung ergiebt sich, dass der hier aufgedeckte Widerspruch nur ein scheinbarer ist. Während nämlich bei den Wahlreactionen, beim Lesen und Schreiben alle Bewegungen mit größtmöglicher Geschwindigkeit ausgeführt wurden, geschah das Sprechen beim Lernen in einem selbstgewählten Zeitmaße, das bei weitem noch nicht die höchste Sprechgeschwindigkeit erreichte. So lange sich aber die Erschwerung des Sprechens innerhalb gewisser Grenzen hält, kann sie für die Zeitmessung nur dann deutlich werden, wenn wir uns bemühen, die größtmögliche Geschwindigkeit zu erreichen. Für das Pferd in der Rennbahn bedeutet jedes Kilogramm Mehrbelastung eine Hemmung; im langsamen Trabe dagegen wird die gleiche Last leicht verdoppelt werden können, ohne dass deshalb seine Geschwindigkeit sich zu verringern braucht. Allerdings kommt bei fortschreitender Belastung ein Punkt, wo der Trab das Maximum der Schnelligkeit darstellt und jede weitere Erschwerung das Thier nöthigen würde, im Schritt zu gehen. Um im Bilde zu bleiben, können wir sagen, dass unsere Sprachorgane sich beim Lernen im Trab bewegt haben; eine gewisse Erschwerung ist nun zwar, nach den anderen Versuchen zu schließen, gewiss auch hier durch das Trional hervorgerufen worden, doch war dieselbe nicht so bedeutend, dass wir deshalb in Schritt hätten verfallen müssen. Sie genügte dagegen völlig, um das Carrière bei den Schreibversuchen merklich zu verlangsamen.

Außer einer einfachen Erschwerung der Auffassung und der motorischen Auslösung hat endlich noch eine qualitative Beeinflussung des Wahrnehmungsvorganges durch das Trional stattgefunden. Der Ausfall der Auffassungsversuche wies uns schon früher darauf hin,

dass mit der Erschwerung der Auffassung auch eine Vermehrung der illusionären Vorgänge einhergegangen sein muss. Anders wäre es nicht verständlich, dass bei diesen Versuchen die Zahl der gelesenen Ziffern nach dem Trional fast die gleiche bleibt wie vorher, während die richtigen Erkennungen merklich abnehmen. Auch die zahlreichen Fehler bei den Leseversuchen sprechen für das Zustandekommen vielfacher Illusionen; sonst müssten die mangelhaft aufgefassten Worte noch viel häufiger zu Auslassungen geführt haben. Dass die Auslassungen bei den Auffassungsversuchen fast ganz fehlen, dürfte sich aus dem viel größeren Spielraum erklären, welcher hier für Illusionen gegeben war, da dabei nicht die Nothwendigkeit vorlag, die erkannten Schriftzeichen zu einem sinnvollen Worte zu ergänzen. Die geringe Vermehrung der Klangassociationen an einigen *T*-Tagen scheint darauf hinzudeuten, dass bei deren Zustandekommen außer den Beziehungen zur motorischen Erregbarkeit auch solche zur Auffassungsfähigkeit bestehen, was bei der Betrachtung derselben als »niederster« Associationsgattung ja auch nicht unwahrscheinlich erscheint.

Als das Endergebniss dieser Betrachtungen können wir somit den Satz aufstellen, dass die Wirkung des Trionals in einer Störung der Auffassung äußerer Reize mit Begünstigung illusionärer Vorgänge und in einer Erschwerung der Auslösung coordinirter Bewegungen besteht. Ueber die Dauer und Stärke dieser Wirkung lässt sich folgendes aussagen: Die Addir- und weniger sicher auch die Lernversuche ließen schon am Ende der ersten Stunde eine Abnahme der Wirkung erkennen; dasselbe war bei den Schreibversuchen der Fall. Die Verbesserungen bei den Leseversuchen und die Fehlreactionen bei den $3^1/_2$-stündigen Januarversuchen zeigten gegen Schluss derselben wieder eine Zunahme. Dagegen war bei dem durch 3 Stunden fortgesetzten Lesen am Kymographion und bei den Reactionszeiten in allen Versuchen mit Wahlreactionen, auch denen vom Januar, die Wirkung des Mittels bis zum Schlusse in steigendem Maße nachweisbar. Auch die aus den Wahl- und Addirversuchen bewiesene Nachwirkung bis zum folgenden Tage deutet darauf hin, dass die Wirkung unseres Mittels auf die Auffassung keine flüchtige ist. Diese Zusammenstellung führt uns zu dem Schlusse, dass die Störung der Auffassung schon bei den von uns angewandten Trionalgaben eine nachhaltige und längere Zeit ansteigende ist, dass sich dagegen der

Einfluss auf die Bewegungen nach etwa 2—3 Stunden verliert. Auch die Additionsversuche passen in dies aus der Uebereinstimmung der übrigen gewonnene Schema, wenn wir annehmen, dass die am Schlusse des Versuchs beobachtete Besserung der Arbeitsgeschwindigkeit nicht ein Aufhören, sondern nur ein Schwanken des Trionaleinflusses darstellt. Dafür würden gerade hier vor allem die deutlichen Spuren einer Nachwirkung am nächsten Tage sprechen. Im Einklange mit der größeren Dauer der Trionalwirkung im Bereiche der Auffassung steht die außerordentliche Stärke der Beeinflussung auf diesem Gebiete. Auch die illusionären Vorgänge, welche damit ja in innigster Beziehung stehen, waren ungemein ausgeprägt. Dem gegenüber hat die psychomotorische Wirkung des Trionals, wie sie sich am reinsten in den Schreibversuchen darstellt, einen verhältnissmäßig geringen Ausschlag ergeben. Es hat also den Anschein, als ob Stärke und Dauer der Wirkung in enger Beziehung zu einander stehen.

Auch in Form einer Curve können wir dieses Verhältniss zur Darstellung bringen. Wir halten uns dabei am besten an die Versuche, welche die beiden Seiten der Trionalwirkung am unvermischtesten wiedergegeben haben, die Schreib- und Auffassungsversuche. In der folgenden Curve ist auf der Abscisse die Zeit aufgetragen und zwar bedeutet jeder Centimeter $\frac{1}{4}$ Stunde. Die Werthe der Ordinate stellen unter Berücksichtigung der N-Tage die durchschnittliche Erschwerung der Leistung unter Trionaleintluss dar, ausgedrückt in Procenten der Anfangsleistung; jeder Centimeter ist = 10 % gesetzt. Die ausgezogene Linie giebt den Verlauf der Auffassungsversuche, die punktirte denjenigen der Schreibversuche wieder. Die oben angedeutete Verschiedenheit ist also schon im Verlaufe der 1. Stunde deutlich ausgeprägt. Leider sind gerade diese beiden Versuchsreihen nicht länger als eine Stunde fortgeführt worden, sodass wir nicht im Stande sind, die Fortdauer der Wirkung, die wir bei andern Versuchen beobachten konnten, in dieser Curve mit darzustellen. Angefügt sei hier noch die Bemerkung, dass irgend welche unangenehme

Nebenwirkungen, besonders auch auf die Herzthätigkeit, nicht beobachtet wurden.

Zum Schlusse noch ein Wort über die Bedeutung des Trionals als Schlafmittel. Es zeigte sich, dass demselben vor allem die Eigenschaft zukommt, uns gegen die Einwirkung äußerer Eindrücke abzuschließen und zugleich bis zu einem gewissen Grade den illusionären Eigenerregungen den Weg zu bahnen. Gerade die Fernhaltung äußerer Reize ist aber bekanntlich eine Grundbedingung für die Entstehung des Schlafes. Wir wählen dafür die Ruhe der Nacht, und unsere Augen schließen sich selbst im verdunkelten Zimmer, wenn wir den Wunsch haben, unser Schlafbedürfniss zu befriedigen. Ja, umgekehrt genügt unter Umständen das Schließen der Augen, um die den Schlaf einleitende Müdigkeit herbeizuführen, wie alltägliche Erfahrung und hypnotische Versuche lehren. Dunkelheit und Stille um uns, Entfernung aller beengenden und belästigenden körperlichen Empfindungen, die köstliche Langeweile der Ereignisslosigkeit machen uns schläfrig auch ohne voraufgehende Anstrengung. Wir dürfen hier auch an die Erfahrung Strümpell's[1]) erinnern, welcher einen vollständig anästhetischen, einseitig blinden Knaben, der auf einem Ohre fast vollständig taub und dessen Geschmack und Geruch gelähmt war, nach wenigen Minuten in Schlaf versetzen konnte, sobald er ihm das andere Auge und Ohr verschloss.

In höchstem Grade überrascht hat uns das Ergebniss der Versuche, dass die eigentliche geistige Thätigkeit, soweit sie der Untersuchung zugänglich war, durch das Trional anscheinend nicht beeinflusst wird. Wir hatten zunächst mit Bestimmtheit vermuthet, dass gerade die associative Thätigkeit unter der Wirkung unseres Mittels in erheblichem Maße erschwert würde. Es erschien die Vermuthung unabweisbar, dass ein Mittel, welches in so zwingender Weise den Schlaf herbeiführt, vor allem auch die Verbindung der Vorstellungen und damit die gesammte geistige Thätigkeit lähmen müsse. Diese Ansicht hat in dem Ausfalle der Versuche keine Bestätigung gefunden, obgleich wir bemüht waren, irgendwo einen Anhaltspunkt in dieser Richtung aufzufinden. Es ist natürlich nicht unmöglich, dass durch das Trional noch eine Reihe von höheren psychischen Vorgängen wesentlich beeinflusst werden, welche

1) Allgem. Wiener med. Zeitg. 1877. Nr. 44.

sich nicht in den Rahmen unserer Versuche fassen ließen. Immerhin steht soviel fest, dass die schlafmachende Wirkung in erster Linie nicht an eine Beeinflussung der associativen Thätigkeit, sondern vor allem an eine Beeinträchtigung der Auffassung geknüpft ist.

Auf der andern Seite ist es gewiss für die praktische Wirkung des Trionals nicht gleichgültig, dass dasselbe auch die Auslösung von Bewegungen erschwert. Auch die dadurch erzeugte motorische Beruhigung ist ohne Zweifel eine für den Eintritt des Schlafes besonders günstige Vorbedingung. Wir erinnern uns dabei, dass gerade die beiden auffallendsten Wirkungen des Trionals, die Erschwerung der Auffassung und der Willensantriebe zugleich kennzeichnende Merkmale der häufigsten und natürlichsten Ursache des Schlafes sind, der Ermüdung. Es ist ferner gewiss kein Zufall, dass, wie es scheint, wenigstens für größere Gaben die Verbindung jener beiden psychischen Wirkungen sich bisher bei allen denjenigen psychologisch untersuchten Mitteln wiedergefunden hat, welche wir zur Erzeugung künstlichen Schlafes in Anwendung ziehen. Von besonderem Interesse ist dabei die Thatsache, dass überall die Störung der Auffassung in ganz besonderem Maße ausgesprochen ist, vom Alkohol und Paraldehyd zum Chloralhydrat, zum Aether und zum Chloroform. Gerade darum ist auch das Morphium, welchem diese Wirkung fehlt, wie bekannt, durchaus nicht als ein Schlafmittel anzusehen. Die lähmende Wirkung auf psychomotorischem Gebiete finden wir am ausgeprägtesten beim Chloralhydrat und eben beim Trional; beide Mittel sind erfahrungsgemäß die wirksamsten der bisher psychologisch untersuchten Schlafmittel. Bei den übrigen angeführten Mitteln scheint sich die motorische Lähmung erst bei größeren Gaben einzustellen; dem entspricht das bei Chloroform, Aether, Alkohol beobachtete Auftreten von Erregungszuständen im Beginne der Narkose. Wir sehen denn auch unter diesem Gesichtspunkte, dass wahrscheinlich die Verbindung der beiden psychischen Wirkungen, welche uns der Versuch beim Trional aufgedeckt hat, für seine Bedeutung als Schlafmittel wesentlich ist. Noch mehr, gerade diese Verbindung macht es uns verständlich, warum es gegenüber so manchen anderen die ausgezeichnete Stellung in der Reihe der Schlafmittel einnehmen muss, die ihm die klinische Erfahrung thatsächlich zugewiesen hat.

## Schlusssätze.

1. Trional verlangsamt die Arbeit des Rechnens und Lernens, verlängert die Reactionszeiten bei Wahlreactionen, vermindert die Fehlreactionen, vermehrt bei Lese- und Auffassungsversuchen die Fehler und die Auslassungen, verlangsamt das Schreiben.

2. Nicht nachweisbar ist ein Einfluss auf den Associationsvorgang, auf die Ergographencurve und die Wiederholungsgeschwindigkeit beim Lernen.

3. Daraus folgt:

I. Trional beeinträchtigt die Auffassung und verändert sie zugleich im Sinne einer Vermehrung von Illusionen.

II. Trional erschwert die centrale Auslösung coordinirter Bewegungen.

4. Seine Bedeutung als Schlafmittel ist dadurch ausreichend erklärt.

5. Eine Erleichterung oder Beschleunigung war auf keinem der untersuchten Gebiete psychischer Thätigkeit und zu keiner Zeit nachweisbar.

6. Das Trional wirkt auch in kleinerer Gabe bis zum folgenden Abend nach.

7. Einen durchgreifenden Unterschied zwischen größerer und kleinerer Gabe haben die Versuche nicht ergeben.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.